TARİHİ AKDENİZ HARİTALARINDA KONUM DOĞRULUĞU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esmanur KIVRAK

Danışman
Prof. Dr. Bayram TURGUT

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2018

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TARİHİ AKDENİZ HARİTALARINDA KONUM DOĞRULUĞU

Esmanur KIVRAK

Danışman
Prof. Dr. Bayram TURGUT

HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Haziran 2018

TEZ ONAY SAYFASI

Esmanur KIVRAK tarafından hazırlanan "Tarihi Akdeniz Haritalarında Konum Doğruluğu" adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 21/06/2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Harita Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Bayram Turgut

		İmza
Başkan	: Prof. Dr. Bayram TURGUT Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi	.....
Üye	: Doç. Dr. Serkan DOĞANALP Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi	.....
Üye	: Doç. Dr. Mustafa YILMAZ Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi	.....

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....
Prof. Dr. İbrahim EROL
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

21/06/2018

Esmanur KIVRAK

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

TARİHİ AKDENİZ HARİTALARINDA KONUM DOĞRULUĞU

Esmanur KIVRAK
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Bayram TURGUT

Birçok açıdan bizlere miras niteliğinde olan tarihi haritalar, oluşturuldukları devirlerle ilgili çok fazla malumatı içerisinde barındırmaktadırlar. Bu sebepledir ki ilerleyen zamana karşın tüm insanlığa ortak miras niteliği taşıyan bu haritaların kendilerinden sonraki dönemlere taşınmaları, bu mirasa sahip çıkılması bakımından büyük öneme sahiptir. Türk-Osmanlı bilim insanlarından olan Piri Reis ve Katip Çelebi birer başarılı araştırmacı, coğrafyacı ve haritacı keşif önderlerindendir. Piri Reis'in Kitab-ı Bahriye adlı eseri ve Katip Çelebi'nin Cihannüma adlı eserleri içerisinde bulundukları zaman diliminin başlıca önde gelen coğrafik emek ve çalışmaların başında gösterilebilir.

Dünya üzerindeki herhangi bir yerin bulunmuş olduğu sınırları tayin etmek jeodezi biliminin belli başlı vazifelerinin en önemlilerindendir. Bu tez çalışmasında, Piri Reis ve Katip Çelebi'nin eserlerinden alınan haritalar ve günümüz ArcGIS kütüphanesinden alınmış olan kartezyen koordinatlı dünya haritasının Akdeniz kıyıları için lokal koordinatlar olarak belirlenen ortak noktalar ile, sayısallaştırma işlemi sonrasında dönüşümler yardımı ve YSA uygulaması yapılarak, haritalar arası adalardaki konum doğrulukları ve uygulanan yöntemler konusu ele alınmıştır. Bu tez çalışması içerisinde konu ile ilgili jeodezi bilimi başta olmak üzere literatür taramaları ile çeşitli çalışmalar toparlanarak, temelde jeodezi bilimi üzerinde yoğunlaşılmıştır.

Bu çalışmada yararlanılan Akdeniz haritalarından Akdeniz kıyıları üzerinden ortak adalardaki değişimler üzerine çalışılmıştır. Piri Reis'in Kitab-ı Bahriye adlı eserinden ve

Katip Çelebi'nin Cihannüma adlı eserlerinden Akdeniz haritaları kullanılmıştır. Bu haritalar yardımı ile ortak belirlenen adalar üzerinde günümüz dünya haritasına kıyılardan dönüşüm işlemleri yapılarak ortak adalar üzerinde durulmuştur. Dönüşümde kullanılan yöntemlerin aralarında kıyaslanmaları, adalardaki alan ve çevre değişimleri ve de konum doğrulukları irdelemesi yapılmıştır. Yapılan uygulama sonuçları ayrıntılı olarak karşılaştırılmıştır.

2018, xiii + 102 sayfa

Anahtar Kelimeler: Akdeniz, Piri Reis, Kitab-ı Bahriye, Katip Çelebi, Cihannüma, Afin, Helmert, Yapay Sinir Ağları (YSA)

ABSTRACT
M.Sc. Thesis

LOCATION ACCURACY ON HISTORICAL MEDITERRANEAN MAPS

Esmanur KIVRAK
Afyon Kocatepe University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Geomatics Engineering
Supervisor: Prof. Bayram TURGUT

In many respects, historical maps that are inherited by us; they are contained in a lot of information about related to the periods in which they were created. This is why these maps, which share the common heritage of all mankind despite progressive time this heritage is of great importance in terms of ownership. Piri Reis and Katip Çelebi from Turkish-Ottoman scholars; are one of the most successful researchers, geographers and surveyors of discovery. The work of Piri Reis, Kitab-ı Bahriye and Katip Çelebi's work called Cihannüma can be shown at the beginning of the leading geographical labor and work of the time period.

Assigning the boundaries where any part of the world is found is the most important of the major duties of geodesy science. In this thesis, the maps taken from the works of Piri Reis and Katip Çelebi and the common points determined as the local coordinates for the Mediterranean coast of the cartesian coordinate world map taken from the ArcGIS library of today, the transformational aid after the digitization process and the YAS application and the positional accuracy between the maps, methods are discussed. In this thesis study, various studies were gathered with literature scans, mainly geodetic science related to the subject, and basically concentrated on geodetic science.

In this study, the changes in the common islands were studied through the Mediterranean coasts from the Mediterranean maps. Mediterranean maps were used from the works Kitab-i Bahriye of Piri Reis and Cihannüma Katip Çelebi. With the help

of these maps, common islands were emphasized on the islands which are determined jointly by converting from coast to coast of the world map. Comparisons between the methods used in the transformation, field and environmental changes in the islands, and location accuracies were examined. The application results that applied were compared in detail.

2018, xiii + 102 pages

Keywords: Mediterranean, Piri Reis, Kitab-ı Bahriye, Katip Çelebi, Cihannüma, Affine, Helmert, Artificial Neural Networks (ANN)

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının hazırlanması süresince tüm aşamalarda bilimsel tecrübelerini aktaran ve yol gösteren tez danışmanım değerli hocam Sayın Prof. Dr. Bayram TURGUT' a teşekkür ederim.

Araştırma ve sayısal uygulama süresince yardımlarını esirgemeyip her konuda öneri ve eleştirilerinden fayda gördüğüm değerli hocam Doç. Dr. Mustafa Yılmaz' a, uygulamalarımız süresinde desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Mevlüt GÜLLÜ' ye, akademik makaleleri ile kendime örnek edindiğim sevgili hocam Doç. Dr. İbrahim YILMAZ' a ve de desteklerinden ötürü tüm bölüm hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca literatür araştırmamdaki yardımlarından dolayı İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Jeodezi ve Fotogrametri bölüm hocalarından Prof. Dr. Cengizhan İPBÜKER'e teşekkür ederim.

Son olarak, maddi-manevi desteği ile daima yanımda olan biricik annem Aysel KIVRAK ve ablam Ümmügülsüm SAĞLAM'a teşekkür ederim.

Esmanur KIVRAK

AFYONKARAHİSAR, 2018

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

ÖZET i
ABSTRACT iii
TEŞEKKÜR v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ ix
ŞEKİLLER DİZİNİ x
ÇİZELGELER DİZİNİ xiii
1. GİRİŞ 1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ 4
2.1 Geçmişten Günümüze Haritacılık 4
2.1.1 Teknik Açıdan Eski Haritaların Yeterlilik Durumları 11
2.1.2 Haritaların Sınıflandırılmaları 12
2.2 Portolan Haritalar 14
2.2.1 Portolan Harita Nedir? 14
2.2.2 Portolan Haritalarda Bulunması Gereken Unsurlar 14
2.2.3 Portolan Haritaların Genel Özellikleri 15
2.2.4 Türk Deniz Haritacılığı 16
2.3 Piri Reis 18
2.3.1 Piri Reis'in Hayatı 19
2.3.2 Piri Reis'in Eserleri 20
2.3.2.1 Kitab-ı Bahriye 20
2.3.2.2 1513 Tarihli Dünya Haritası 21
2.3.2.3 1528 Tarihli Dünya Haritası 22
2.4 Katip Çelebi 23
2.4.1 Katip Çelebi'nin Hayatı 23
2.4.2 Katip Çelebi'nin Eserleri 24
2.4.2.1 Cihannüma 25
2.5 Jeodezi Nedir? 26
2.6 Koordinat Sistemleri 27
2.6.1 Kartezyen Koordinat Sistemi 27
2.6.2 Coğrafi Koordinat Sistemi 28

2.6.3 Projeksiyon Koordinat Sistemi 29
2.6.4 Universal Transverse Mercator (UTM) Projeksiyon Sistemi 30
2.6.5 ITRF (International Terrestrial Reference Frame) Koordinat Sistemi 32
2.7 Jeodezide Dönüşüm Yöntemleri 32
2.7.1 Tek Boyutlu Dönüşümler 33
2.7.2 İki Boyutlu Dönüşümler 34
2.7.3 Üç Boyutlu Dönüşümler 35
2.8 Yapay Sinir Ağları 36
2.8.1 Yapay Sinir Ağı Tanımlaması 37
2.8.2 Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Alanları 38
2.8.2.1 Yapay Sinir Ağlarının Harita Mühendisliği Alanındaki Uygulamaları 39
2.8.3 Yapay Sinir Ağlarının Temel Yapı Elemanı 40
2.8.3.1 Biyolojik Nöron 40
2.8.3.2 Yapay Nöron 41
2.8.4 Yapay Sinir Ağlarının Yapısı 45
2.8.5 Jeodezik Koordinat Dönüşümünde Yapay Sinir Ağı Yöntemleri 47
3. MATERYAL METOD 48
3.1 Kullanılan Yazılım 48
3.2 Sayısallaştırma 49
3.3 Uygulama Yöntemleri 49
3.3.1 İki Boyutlu Benzerlik Dönüşüm Yöntemi 49
3.3.2 İki Boyutlu Afin Dönüşüm Yöntemi 58
3.3.3 Geri Yayılımlı Yapay Sinir Ağı 63
3.3.3.1 Geri Yayılım Algoritması 64
3.4 Sayısal Uygulama 70
3.4.1 Uygulama Alanı 70
3.4.2 Uygulama Amacı 75
3.4.3 Afin Dönüşümü 75
3.4.4 Helmert Dönüşümü 76
3.4.5 YSA Uygulaması 77
4. BULGULAR 79
4.1 Çevre ve Alan Bilgilerinin Şekilsel Değerlendirilmesi 79
4.1.1 Kitab-ı Bahriye ve Modern Harita 79
4.1.2 Cihannüma ve Modern Harita 83

4.2 Uygulanan Yöntemlerin Sayısal Olarak Karşılaştırılması 88
5. SONUÇ VE ÖNERİLER 93
6. KAYNAKLAR 95
ÖZGEÇMİŞ 102

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

F	Aktivasyon fonksiyonu
Λ	Boylam
Y	Çıktı değeri
ε	Dönüklük açısı
V	Düzeltme vektörü
Φ	Enlem
B	Eşik değeri
E	Fark (hata)
X	Girdi değeri
m_0	Karesel ortalama hata değeri
A	Momentum katsayısı
η	Öğrenme oranı
T	Toplama fonksiyonu
H	Yükseklik

Kısaltmalar

CAD	Bilgisayar Destekli Tasarım
ÇKA	Çok Katmanlı Algılayıcı
ED-50	Avrupa Datumu-1950
GPS	Küresel Konumlama Sistemi
GRS80	Jeodezi Referans Sistemi-1980
GYYSA	Geri yayılımlı yapay sinir ağları
HKO	Hata kareleri ortalaması
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
X, Y	Kartezyen Koordinatlar
x, y	Lokal Koordinatlar
MATLAB	Matrix Laboratory
UTM	Universal Transverse Mercator
VLBI	Very Long Base Interferomerty
YSA	Yapay Sinir Ağları

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Çatalhöyük'e ait en eski harita (İnt.Kyn.2). 5

Şekil 2.2 Ülkemizde bulunan Çatalhöyük'ün Google Earth konum görüntüsü (İnt.Kyn.3). 6

Şekil 2.3 Herodot dünya haritası (İnt.Kyn.4). 7

Şekil 2.4 1513 tarihli Piri Reis'in ilk dünya haritası (İnt.Kyn.5). 9

Şekil 2.5 Piri Reis'in 1528 Tarihli Dünya Haritası (İnt.Kyn.7). 23

Şekil 2.6 Katip Çelebi'nin Cihannüma adlı eserinden alınan ve İbrahim Müteferrika tarafından 1728'de basılan Hint Okyanusu ve Çin Denizi haritası (İnt.Kyn.8). 26

Şekil 2.7 Kartezyen koordinat sistemi (Konakoğlu 2014). 28

Şekil 2.8 Meridyen ve paralel daireleri (Konakoğlu 2014). 29

Şekil 2.9 Bir P noktasının yerin merkezine olan konumu (Konakoğlu 2014). 29

Şekil 2.10 Dünyanın projeksiyon koordinat sistemi ile düzleme betimlemesi (Konakoğlu 2014). 30

Şekil 2.11 Dilim orta meridyenlerinin gösterimi (Konakoğlu 2014). 31

Şekil 2.12 Biyolojik nöron yapısı (İnt.Kyn.10). 41

Şekil 2.13 Yapay nöron bileşenleri (Kaftan 2010). 42

Şekil 2.14 Aktivasyon fonksiyonlarının grafikleri (Yılmaz 2012). 44

Şekil 2.15 Çok katmanlı yapay sinir ağlarında genel yapı. 45

Şekil 2.16 Tek katmanlı yapay sinir ağı yapısı (Yılmaz 2012). 46

Şekil 3.1 Netcad ana ekranı. 49

Şekil 3.2 Benzerlik dönüşümü öncesindeki ve sonrası oluşan şekil. 50

Şekil 3.3 Dönüşüm yapılacak iki dik koordinat sistemi görünümü. 51

Şekil 3.4 Afin dönüşümü öncesindeki ve sonrasında oluşan şekil. 59

Şekil 3.5 Geri yayılımlı yapay sinir ağı yapısı (Yılmaz 2012). 64

Şekil 3.6 Geri yayılımlı algoritma akış diyagramı (Yılmaz 2012). 70

Şekil 3.7 Uygulamada kullanılan haritalar. 71

Şekil 3.8 Modern haritadaki karakteristik noktalar ve seçilen bölge. 72

Şekil 3.9 Modern haritada seçilmiş olan bölgeye ilişkin numaralandırma. 73

Şekil 3.10 Kitab-ı Bahriye eserinden alınan haritada seçilmiş olan bölgeye ilişkin numaralandırma. 74

Şekil 3.11 Cihannüma eserinden alınan haritada seçilmiş olan bölgeye ilişkin numaralandırma. 75

Şekil 4.1 İbiza adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 79

Şekil 4.2 Mayorka adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 80

Şekil 4.3 Minorka adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi 80

Şekil 4.4 Sardunya adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 80

Şekil 4.5 Korsika adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 81

Şekil 4.6 Sicilya adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 81

Şekil 4.7 Korfu adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 81

Şekil 4.8 Eğriboz adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 82

Şekil 4.9 Limni adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 82

Şekil 4.10 Midilli adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 82

Şekil 4.11 Sakız adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 82

Şekil 4.12 Girit adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 83

Şekil 4.13 Rodos adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 83

Şekil 4.14 Kıbrıs adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 83

Şekil 4.15 İbiza adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 84

Şekil 4.16 Mayorka adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 84

Şekil 4.17 Minorka adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 84

Şekil 4.18 Sardunya adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 85

Şekil 4.19 Korsika adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 85

Şekil 4.20 Sicilya adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 86

Şekil 4.21 Korfu adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 86

Şekil 4.22 Eğriboz adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 86

Şekil 4.23 Limni adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 87

Şekil 4.24 Midilli adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 87

Şekil 4.25 Sakız adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 87

Şekil 4.26 Girit adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 87

Şekil 4.27 Rodos adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 88

Şekil 4.28 Kıbrıs adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi. 88

Şekil 4.29 Kitab-ı Bahriye haritasında, örnek adada konumsal doğruluğun YSA uygulaması sonucu gösterimi. 88

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Aktivasyon fonksiyonlarının matematiksel yapıları. 44

Çizelge 4.1 Kitab-ı Bahriye'de yer alan adalara ilişkin Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki çevre değerleri..... 89

Çizelge 4.2 Cihannüma'da yer alan adalara ilişkin Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki çevre değerleri. 90

Çizelge 4.3 Kitab-ı Bahriye'de yer alan adalara ilişkin Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki alan değerleri. 90

Çizelge 4.4 Cihannüma'da yer alan adalara ilişkin Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki alan değerleri. 91

Çizelge 4.5 Kitab-ı Bahriye'de yer alan adalara ilişkin merkez noktalarının Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki modern harita merkez noktaları ile arasındaki mesafe değerleri. 92

Çizelge 4.6 Cihannüma'da yer alan adalara ilişkin merkez noktalarının Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki modern harita merkez noktaları ile arasındaki mesafe değerleri. 92

1. GİRİŞ

Bilinen zaman kapsamında insanlığın varoluşundan, yani geçmişten günümüze kadar ki geçen süre içerisinde insanoğlu gelmiş geçmiş yaşamını etkileyen her olay ve objeye bir birikim olarak bakmış ve bu birikimler üzerinde somut gerçeklik üzerinde durmuştur. Bu kapsamdaki incelemelerde tarihi kalıntılar başı çekmektedir.

İnsanoğlu yaşamış olduğu coğrafyaya duyduğu merak ve yapısı gereği yaşamış olduğu bölgenin coğrafi yapısı ve gerçekleştirmiş olduğu keşifler ile çok sayıda harita resmetmiştir. İlerleyen zaman diliminde bu haritalar yeni nesillere tarihi açıdan öncülük etmiştir. Bir miras niteliğinde olan haritaların korunması gelecek nesiller açısından önemli bir konumda yer almaktadır. Bu haritaların çizim dönemleri göz önünde bulundurularak günümüz analiz ve çalışmalarının yapılması ve sonraki dönemlere iletilmesi büyük önem taşımaktadır.

Günümüze kadar resmedilmiş olan haritalar üzerine yapılmış çeşitli uygulama ve araştırmalar mevcuttur. Ayrıca tarihsel haritalar üzerine bilimsel nitelikte jeodezik olarak çeşitli işlemler uygulanmış ve incelemelerde bulunulmuştur. Bu araştırmaların bazıları da Akdeniz kıyılarını barındıran tarihi haritalarda çeşitli karşılaştırma ve analizlerle gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar harita mühendisliğinde özellikle kartografik ve jeodezik açıdan büyük önem arz etmektedir.

Geçmişten günümüze haritaların zaman içerisinde önemi ve fonksiyonları her geçen gün artmıştır. Bununla birlikte harita kullanıcıları sayısında da büyük bir artış meydana gelmiştir. Artık birçok konuda iletilmek istenilen bilgi, haritalar aracılığıyla sunulmaktadır. Bu amaçla da haritaların korunması ve kullanılması yaygınlaştırılmaktadır (İleri 2017).

Bu tez çalışmasının amacı, alanlarında ileri gelen önder kişilerden Piri Reis'in Kitab-ı Bahriye adlı eserindeki Akdeniz haritası ve Katip Çelebi'nin Cihannüma adlı eserindeki Akdeniz haritalarını jeodezik olarak irdelemek ve günümüz dünya haritasında Akdeniz kıyıları ile uygulama ve yöntemlerle ilişkilendirmesi yapılarak belirli sonuçlara ulaşıp

değerlendirmelerde bulunmaktır. Fakat bu tarihi haritaların oluşturulma süreçlerinde herhangi bir harita projeksiyonu özelliği kullanılması söz konusu değildir. Bundan ötürü de projeksiyona sahip olmayan bu haritalarda koordinat sistemi ve ölçek gibi günümüz haritalarında bulunma zorunluluğu olan temel unsurlar bulunmamaktadır.

Söz konusu durumdan dolayı eldeki geçmişten günümüze kalan her bir haritanın çizildiği tarihler için her birinin kendi yaşamış oldukları tarih açısından doğru birer bilgi kaynağı oldukları kabul edilerek, yeni dönemler içerisinde değerlendirme ve irdelemeleri yapılmalıdır. Bu durum göz önünde tutularak bugüne ışık tutması açısından büyük değer taşıdığı kabul edilerek, günümüz haritaları üzerinden kıyaslamalar yapılabilecek olan kısımları üzerine yoğunlaşılması büyük önem taşır.

Bu bilgiler doğrultusunda tarihi haritalarda belli bir projeksiyonun olmamasının devamında belli bir koordinat sistemi ve ölçeği de bulunmadığından, bu haritalarda belli başlı uygulamalar ile güncel haritalarımıza koordinat açısından dönüşüm işlemleri araştırma ve çalışmaları yapılmaktadır.

Bu açıdan jeodezik çalışmalarda koordinat dönüşüm yöntemleri oldukça büyük öneme sahiptir. Uygulama için söz konusu olan her bir dönüşüm yapılacak haritada, mevcut dönüşüm doğruluğunda uygulanılan dönüşüm yönteminin, uygulanılacak olan alanın boyutlarının, dönüşümü gerçekleştirilecek olan bölgelerdeki çalışılmış olan nokta sayılarının yoğunluklarının ve hassas düzeyde itina ile çalışmanın çok büyük derecede önemi vardır. Bu koordinat dönüşüm yöntemlerinden olan Afin dönüşümü ve Helmert dönüşümleri, uygulamalar için oldukça başarılı kabul edilmektedir. Ayrıca son zamanlarda harita mühendisliğinde adından bahsetme alanını artırmış olan YSA uygulaması da bu tez çalışmasında yerini almıştır.

Sonuç itibariyle, mevcut sayısallaştırma işlemine tabi tutulmuş tarihi haritalar (Kitab-ı Bahriye ve Cihannüma eserlerinden alınmış olan Akdeniz havzasını kapsayan haritalar) ile güncel dünya haritasından elde edilen modern harita ile birlikte üç haritanın kıyılarından dönüşüm işlemleri uygulanmıştır. Tarihi haritalardan alınan sayısallaştırılmış koordinat değerleri ile modern haritanın koordinatları arasında Afin

koordinat dönüşümü yapılarak her bir haritada ki koordinat değerleri arasındaki dönüklük ve öteleme parametreleri hesaplaması yapılarak, kıyılardan tüm Akdeniz havzası içerisindeki haritalar arası ortak adaların biçimsel olarak kıyaslanmaları yapılmıştır. Daha sonra aynı işlemler Helmert dönüşüm yöntemi ve YSA uygulaması yapılarak üç yöntem arasında hangi yöntemin gerçeğe daha yakın sonuçlar vereceğine bakılmıştır (Yılmaz ve Güllü 2010).

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Geçmişten Günümüze Haritacılık

Dünya genelindeki bilimler göz önünde bulundurulduğunda gerek insan merakı, gerekse ihtiyaç ve çeşitli nedenlerden dolayı insanın var oluşu ile birlikte haritacılıkta başlamıştır demek yanlış bir cümle olmaz. Bu yüzden haritacılık biliminin temelleri oldukça eskilere dayanmaktadır. Örneğin haritacılıkta yer alan işaretlerin temeli ilk çağ uygarlıklarına kadar dayandırılabilir. Bunun temel nedeni ise insanların yaşamış oldukları coğrafyada açlık, kuraklık, mevsimsel değişimler ile yeni yerler içerisindeki arayışlarından kaynaklanmaktadır. Aynı zamanda uygarlıklar arası yer tartışmaları da bunlara örnek olarak gösterilebileceği gibi bu örnekler çoğaltılabilmektedir.

İlk çağlarda insanlar, yaşam alanları olan mağaralara kayaları kazıma tekniği ile çeşitli işaret ve simgeler çizmişlerdir. Bu işaret ve simgelerden günümüze kadar gelenleri temelde haritacılığın binlerce yıl geriye dayandığını ispatlar niteliktedir. Hatta bu simge ve işaretlerden bazıları modern haritacılıkta da kullanılmaktadır. Binlerce yıl geçmişi olan bu yaşamsal çizim örneklerinin çok azı bizlere ulaşmıştır. Günümüze akan bu miras, tarih de ki haritacılığa da büyük ölçüde bir merak uyanmasını sağlamıştır. Böylece, haritacılık alanındaki bu mirasa sahip çıkılması da söz konusu olmuştur.

Günümüz de ise haritacılık, çeşitli bilim dallarıyla ve kendi boyutundaki ilerlemelerle uydulardan faydalanabilen, çeşitli teknolojilerle kendini ilerletmiş ve ilerleyen bilgi teknolojilerine ayak uydurma yükümlülüğüne sahip büyük bir sorumluluğu barındıran geniş kapsamlı bir bilim halini almıştır.

Yapılan çalışmalar doğrultusunda dünya üzerinde ulaşılmış olan en eski harita Konya ilinin güneyinde yer alan Çatalhöyük'e aittir. Çatalhöyük çalışmalarında ki yapılmış olan kazılarda, bir duvar üzerine çizilmiş Çatalhöyük yöresini betimleyen bir haritaya ulaşılmıştır. Çatalhöyük M.Ö 6200 yıllarından kalmış olduğundan ve en eski yerleşim yerleri arasında bulunduğundan haritacılık tarihinin bundan 8200 yıl gibi öncesi olduğunu bizlere ispatlamaktadır.

Şekil 2.1’de gösterilen bu harita, özellikleri bakımından 3 metre uzunluğunda ve 90 santimetre enindedir. Haritada Çatalhöyük’ün kuşbakışı planı ve yörenin dağlarından olan hasan dağı çizimi yapılmıştır. Dünya üzerindeki geçmişten günümüze en iyi korunmuş olan taş devri yörelerinin başında gelen Çatalhöyük, aynı zamanda yapılan çeşitli araştırma kazılarında çeşitli yüzük, bilezik ve kemer gibi objeleri de günümüze taşımıştır (İnt.Kyn.1). Günümüzde bu harita Anadolu Medeniyetler Müzesinde yer almaktadır.



Şekil 2.1 Çatalhöyük'e ait en eski harita (İnt.Kyn.2).

Haritacılıkta merak temellerinin yapıtaşı niteliğinde olan, tarihi miras değeri taşıyan en eski haritalardan olan Çatalhöyük, konum ve benzeri özellikleri itibariyle gelişen teknoloji sayesinde sadece bir tık uzaklıkta denilebilir. Şekil 2.2’de gösterilmekte olan Çatalhöyük’ün haritacılıkta, gelişen ve ilerleyen süreç içerisindeki uyduların, jeodezi biliminin üzerine çok büyük ölçüde düşülmesi ve gelişen teknoloji ile bu ilerlemelere yoğunlaşılması gerekliliğini gözler önüne serdiği görülmektedir.



Şekil 2.2 Ülkemizde bulunan Çatalhöyük'ün Google Earth konum görüntüsü (İnt.Kyn.3).

Haritacılık mesleğinin temellerinin M.Ö 6200 yıllarına dayanmasındaki haritacılık faaliyetlerinin zamansal dizimi ise şu şekildedir;

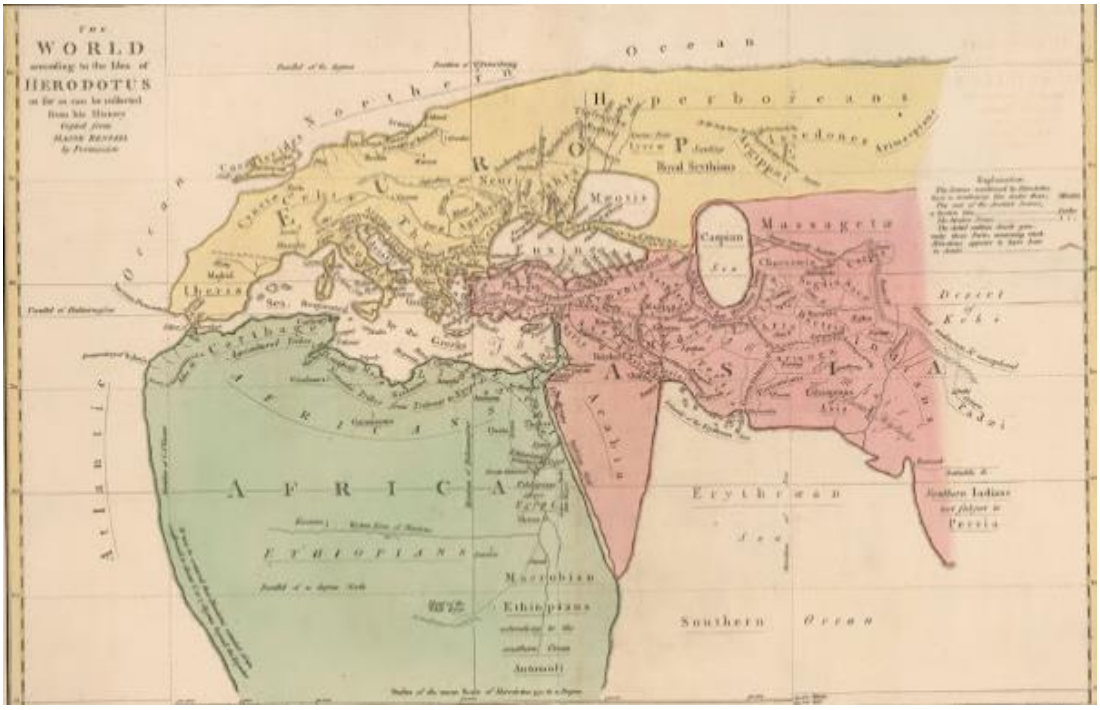
M.Ö 3000 yıllarında yaşanılan yöredeki halkın yerleşim yerleri belirlemelerinde ve arazilerinin aralarında pay edilmesi, haritacılığa ihtiyaç duyulmaya başlanmasına neden olmuştur. Bu dönemlere ait olan çeşitli tabletlerde Babillere ait planlara ulaşılmıştır. Bu şekilde uygarlıklardan Mısırlılar, Babiller ve Asurların haritacılık faaliyetlerinde bulundukları ispatlanmıştır (Köktürk 2004).

Bununla birlikte, Mısır'da arazilerin ölçüm hesaplarında çekül, ölçü halatı gibi çeşitli aletler kullanılmıştır. Daha sonraları M.Ö 2650-2550 yılları arasında ise Mısır'da yer alan Keops Piramidinin önceden belli olan yönüne ek olarak düşey doğrultusu hesaplaması da yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (Köktürk 2004).

M.Ö 2400 yıllarında ise Dünya, Antik Babil'de su geçirilmiş bir çember alanı içerisinde kabul edilmekteydi. M.Ö 1700'lü yıllarda Mısır'da meydana gelmiş olan Nil Nehri taşmalarından sonra tarla ölçümleri yapılması söz konusu olmuştur (Köktürk 2004).

M.Ö 600 yıllarında Dünya düz bir disk olarak kabul görmüş ve bu disk bir su yüzeyi üzerinde yüzmekte olarak kabul edilmiştir. M.Ö 550+ yıllarında haritacılığın temellerini bir üst düzeye taşıyacak olan Yunanlılar bu bilim alanını devralmış ve adından günümüze kadar bahsettirecek olan dönemin ünlü bilim adamlarından Pythagoras, Platon, Aristoteles, Thales, Heron, Eratosthenes, Ptolemaios gibi isimler baş göstermiştir. M.Ö 500'de bu bilim adamlarından olan Pythagoras M.Ö 600 yıllarında kabul gören yeryüzünün bir disk şeklinde oluşu kabulüne karşın "Yer, disk biçiminde değil, tersine küredir," şeklinde bir savı kabul ederek öne sürmüştür (Köktürk 2004).

M.Ö 450'de Herodot, dünyanın haritasını yapmış (Şekil 2.3) ve M.Ö 350'de ise Aristoteles, Pythagoras'ın yerin küre şeklinde oluşunun ispatını gerçekleştirerek bu savı kanıtlamıştır. M.Ö 230 yıllarında Eratosthenes Mısır'da yeryüzü ölçümleri yaparak, buradaki hesaplamalar sonucunda dünyanın çevresini ortalama olarak 46 000 km olarak hesaplamıştır. Sadece bununla kalmayan Eratosthenes dünya üzerinde farklı bölgelere ait bilinen yerleşim yerlerinin de haritalamasını yapmıştır. M.Ö 150 yıllarında ise büyükçe bir dünya haritasını Ptolemaios yapmıştır (Köktürk 2004).



Şekil 2.3 Herodot dünya haritası (İnt.Kyn.4).

M.S 2. yüzyıldan itibaren yarım asırı aşkın bir süre devam edecek olan kötü bir sürece girmiş olan haritacılık orta çağın sonlarına kadar Roma-Katolik Kilisesi'nin bağlayıcı etmenlerinden ötürü duraksamıştır. Düşünceleri gereği insanın tepe taslak şekilde durması mantığa oturmamasından ötürü bu görüş reddedilmiş ve yerine dünyanın düz bir tabela şeklinde levha olduğu kabul edilmiştir (Köktürk 2004).

827 yıllarına gelindiğinde ise haritacılığın merkezini elinde bulunduran Roma-Katolik Kilisesi'nden Araplara doğru merkez kaymaya başlamış ve Al Mamun, Bağdat'ta ilk meridyen yayı hesaplamalarını yaparak yayı ölçmüştür. Bunun sonucunda ise dünyanın yarıçapını hesaplamıştır. Bu durumun beraberinde ortaya çıkan Azimut, Zenit, Nadir gibi birçok kavram bilgisi de günümüze taşınmış ve Arapçadan diğer dillere de geçerek kullanılmıştır (Köktürk 2004).

1300 yıllarında ise merkezi Avrupa'ya yönelen haritacılık gelişmelerinde, pusula bilinmesi önde gelmekteydi. 1375'li yıllarda ise Katalan Dünya Atlası oluşturuldu. 1400 yıllarında ise çok gözlemli bir dünya haritasını Toscanelli geliştirmiştir. Dönemin ünlü bilim adamlarından Diaz, Ümit Burnu'na ulaşmış ve ardından bu gelişmeyle birlikte Kolomb, Amerika'yı keşfetmiştir. 1513'te ise Piri Reis Dünya Haritasını (Şekil 2.4) çizmiştir. Fakat bu dünya haritasının yalnızca bir kısmı günümüze ulaşmıştır. Devam eden yıllarda ise Magellan tarafından ilk Dünya turu yapılmış olup sonrasında, Nikolaus Kopernikus Dünya'nın güneş etrafında belirli dönüşler yapan bir uydu olduğunu kanıtlamış ve devamında Gerardus Mercator harita projeksiyonu geliştirmiştir. Günümüzde de mevcut olan bu projeksiyona adını vermiş olan Mercator, çalışmalarına devam ederek dünya haritası yayınlamıştır (Köktürk 2004).



Şekil 2.4 1513 tarihli Piri Reis'in ilk dünya haritası (İnt.Kyn.5).

1600 yıllarında çığır açacak bir gelişmeyi ortaya koyan Kepler, geliştirmiş olduğu dürbün sayesinde haritacılıkta yeni dönemi beraberinde getirmiştir. 1614'de ise Willebrord van Roijen S Nellius, nirengi yöntemini geliştirmiştir. Daha önceden Al Mamun tarafından hesaplanmış olan dünyanın yarıçapı, 1671 yılında triangülasyona ilişkin nirengi yöntemi ile tekrardan hesaplanmıştır. 1672 yıllarında Newton yeryuvarının basıklığını kendine özgün geliştirmiş olduğu yöntemi olan ikili sarkaç halindeki saatin işleyiş farklarından faydalanarak bulmuştur (Köktürk 2004).

1735 yıllarından sonra haritacılıkta merkez Fransa'ya doğru yönelmektedir. Meridyen yaylarının ölçümlendirilmesinin yanı sıra Fransız devriminden sonra da ortak bir metrik sisteme geçilmiştir. 1794'de yeni merkez olan Fransa'da 360 derece eşiti olarak 400 gon bölümlendirmesi kullanılmıştır. 1800 yıllarında Pierre Simon Marquis de Laplace, ayın yörüngesinden kaynaklanan bozukluklar arasında, yer basıklığının da olduğunu ispatlamıştır. 1821 yılında ise Johann Georg Soldner, başlangıcı 1801 Albay Bonne tarafından olan Bavyera'daki nirengi noktalarının belirlenmesini tamamlamıştır (Köktürk 2004).

1808 yıllarında ise Napolyon kadastrosu boy göstermiştir. Bu anlamda Bavyera Kadastro Kurumu, 1: 5 000 ölçekli haritalar için ölçmeler başlattı ve sonuç değerlerinin 1: 25 000 ölçek ile de karşılaştırılması gerekliliğine varıldı. Bu çalışmalar harita çıkarmaya yarayan bir aygıt olan plançete ile çalışıldı ve 1840 yılında ise tamamlaması gerçekleştirildi. Aynı zamanda 1808 yılında yer çevresinin 40 milyonda biri, metre birimi olarak kabule geçmiştir (Köktürk 2004).

1809 yıllarına gelindiğinde bilim adamı Reinchenbach, yaptığı çalışmalarla optik uzunluk dönemini başlatmıştır. 1830 yılında günümüzde de geçerliliğini sürdürmekte olan yeryuvarının boyutları Alman haritacı, Friedrich Wilhelm Bessel tarafından hesaplanmıştır. 1832-1847 yılları arasında Matematik Bilimcisi Carl-Friedrich Gauß dengeleme hesaplarında En Küçük Kareler yöntemini geliştirerek koordinatlar ile yer üst yüzeyinin düzleme iz düşürülmesine imkan sağlamakta idi. 1841'de Bessel tarafından belirlenen elipsoid, aynı zamanda kendi adıyla da anılmaktadır. 1873 yılında jeoid, dünyanın biçimi olarak ilk defa kullanılmıştır. 1892 dünyanın ortalama yoğunluğunun belirlendiği senedir (Köktürk 2004).

1900'lerden itibaren ise Carl-Friedrich Gauß, örnek bir nirengi ağının kurulumu sağlamış, 1911'de Amundsen, coğrafi kuzey kutbuna ulaşmış, 1924 yılında Uluslararası yer elipsoidi kabul edilmiş, 1958 de Explorer I tarafından yerin basıklık ölçümlerinde düzeltmeler yapmış ve 1960 yılında ilk jeodezik uydu gönderimi gerçekleştirilmiştir (Köktürk 2004).

Günümüz şartlarından ise, uydu teknik yöntemleri ile konum belirlemeden, yeryüzünün ölçümlendirilmesinde çeşitli mesleki aletlerin kullanım dönemi ve elektronik ortamlarda elde edilen verilerin işlenme/değerlendirilme dönemi diye bahsedilebilir (Köktürk 2004).

2.1.1 Teknik Açıdan Eski Haritaların Yeterlilik Durumları

Geçmişten günümüze süregelen geleneksel yapıda ki haritaların teknik olarak yetersizlikleri, bağlı oldukları yaşam alanından uzaklaşamama zorunluluğu ve de çeşitli imkansızlıklardan ötürüdür.

Hareket alanının kısıtlanması durumu hiç kuşkusuz ki haritalara duyulan ihtiyacın artmasının yanı sıra, var olan haritaların geliştirilmesini büyük oranda engellemiştir. Keşiflerin yoğun olarak yapılmaya başladığı dönemlerde ise, başta kıyı haritaları olmak üzere haritalara duyulan ihtiyaçta, inanılmaz derecede kat be kat artmıştır. İlerleyen zamanda ise bu haritalara duyulan beklentide bu doğrultuda artmıştır. Haritalardaki çeşitli özelliklerde değişiklikler ortaya çıkmakla birlikte, ilerleyen teknoloji ile geometrik doğruluk gibi çeşitli eksikliklerden ötürü haritalarda ki çeşitli gereksiz yerleştirmeler yerine çizim altlıklarındaki boşluklara çeşitli mitolojik eklentiler eklenmiştir. Ayrıca yapıldıkları zamandan günümüze kadar saklanan bu eski haritalar için her birinin karakteristik ortak özellikleri bakımından belirli bir öneme sahip olduğu göz önünde bulundurulmalıdır (Çelik 2016).

Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda ve günümüz haritacılığı ile bütünleştirildiğinde kapsadığı alan ve boyutları ile haritacılık geniş bir alana yayılmaktadır. Geçmişten günümüze aktarılan haritacılığın yanı sıra gelişen ve ilerleyen teknoloji beraberinde haritacılığı, fotogrametri, jeodezik referans sistemleri, coğrafi bilgi sistemleri, küresel konumlama sistemleri, kartografya ve uzaktan algılama gibi bilim dalları ve kimya, fizik, matematik, geometri, astronomi, fiziksel jeodezi ve uydu teknolojileri teorilerine de dayandırmaktadır (Mekik 2005).

2.1.2 Haritaların Sınıflandırılmaları

Geçmişten günümüzü harita sınıflandırmaları yapımında çeşitli seçimler mevcuttur. Genel açıdan bakıldığında ise temelde harita sınıflandırılması haritaların kullanım amaçları doğrultusunda şekillenmiştir.

Kullanım amaçlarına göre çeşitlilik bulunduran haritalar, dönemsel olarak insanların ihtiyaçlarına göre de şekillenmiştir. Temelde kullanım amacına göre haritalara bakılır ise iklim haritaları, deniz haritaları, sıcaklık haritaları, nem ve yağış haritaları, askerî şehir haritaları, planimetrik haritalar, topoğrafik haritalar gibi örnekleri çoğaltılabilecek çeşitli haritalar söz konusudur.

Ayrıca kullanım amaçları dışında haritalar ölçeklerine göre de bir sınıflandırmaya tabi tutulmuşlardır. Bu sınıflandırma ise büyük, orta ve küçük ölçekli haritalar şeklinde yapılmıştır. Yaygın olarak sınıflandırma haritalarda bu şekildedir.

Ülkemizde farklı kurum ve kuruluşlarda üretimi yapılan haritalar ise şu şekildedir (Özağaç 2006):

- 1: 25 000 Ölçekli Haritalar, Harita Genel Komutanlığınca temel amaç savunma olarak üretilmekte olup, ülkenin tamamının beş bin beş yüz kırk yedi adet paftadan oluşturulduğu haritalar yapılmış olmakla beraber, bölgesel bazda ilerleme ve gelişmeler göz önünde bulundurularak güncellemelere aktif şekilde devam edilmektedir.
- 1: 5 000 Ölçekli Standart Topoğrafik Haritalar da ise, Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü ile birlikte hareket eden Harita Genel Komutanlığı bu haritalarını temelde kalkınma amacı ile hazırlamakta olup fotogrametrik yöntemlerle bu haritaların üretimlerini sağlamaktadırlar. Bu tür haritalar ülkede bulunan tüm kurumlar tarafından mühendislik çalışmalarında temel altlık olarak kullanılmakta ve de kırsal alanlardaki çeşitli kadastro ve çalışmalarında bu haritalardan faydalanılmaktadır.
- Hâlihazır/Topoğrafik Haritalar ise, 1: 1 000 ölçeğinde hazırlanmış olan haritalardır. İller Bankaları ve Belediyeler tarafından hazırlanan bu haritalar iller, kasabalar ve çeşitli alanların imar planlamaları ve mevcut belediyelerce ilgili yerlerin

teknik hizmetlerinin sağlanması ve projelendirme planlamasının yapılması ve yapılan bu planlamanın yürütülmesi gibi işlemleri kapsamaktadır.

- Özel Amaçlı Haritalarda ise, güzergâh yollarının belirlenmesi amacıyla yapılan haritalar ile kamulaştırma işlemleri için yapılan haritaların devletin belirli kurumlarınca hazırlanmasıdır. Bu kurumlardan belli başlıcaları Karayolları Genel Müdürlüğü, Devlet Limanları ve Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Elektrik Üretim İletim Anonim Şirketi, Devlet Demiryolları Genel Müdürlüğü, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı gibi kuruluşlardır. Ayrıca Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü de köyler ve mezralardaki hizmet ve çalışmalara yönelik çeşitli haritalar oluşturmaktadır.
- Ortofoto Haritalarda temel amaç çeşitli kurum ve kuruluşların ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için üretilen 1: 5 000 ölçeğindeki haritalardır. Bu haritalar örneğin İstanbul, İzmir, Konya, Samsun, Ankara gibi büyük illeri ve de Güneydoğu Anadolu Projesi gibi büyük projeleri kapsamaktadır.
- Orta ve Küçük Ölçekli Topoğrafik Haritalar, bu haritalarda Harita Genel Komutanlığı tarafınca hazırlanmakta olup, 1: 25 000 ölçekli topoğrafik haritalar alınarak, bu haritalardan genelleştirme yöntemi yardımı ile elde edilmektedirler. Orta ölçekli haritalar da 1: 50 000 ve 1: 100 000 olarak küçük ölçekli haritalar ise 1: 500 000, 1: 1 000 000 ve daha da küçük ölçeklendirilen haritalardır.
- Kabartma Haritalar, başta Türk Silahlı Kuvvetleri olmak üzere çeşitli kurum ve kuruluşların kullanımına sunmak amacıyla oluşturulmuş olan bu haritalar üç boyutlu oluşturulan yapılarından ötürü arazinin analizi, çeşitli açılardan tanım ve yorumlamalarının yapılmasına olanak sağlaması açısından, sağlamış olduğu bu avantajları itibariyle büyük oranda ilgi çekmektedir. Bu açıdan çeşitli kurum ve kuruluşlarda, askerî kullanımlarda ve de okullar gibi yerlerde büyük oranda talep edilmektedir.
- Atlaslar ve Tematik Haritalar, fiziki ve siyasi bilgilerden oluşan bu haritalar Harita Genel Komutanlığınca hazırlanmakta olup, küçük ölçekli haritalardandır.
- Sayısal Haritalar ise, istenilen yerin istemiş olan kurum tarafından belirlenen ölçekte üretildiği haritalardır.
- Deniz Haritaları ise, kendi içerisinde iki ana başlığa ayrılabilir. Bunlar kullanım amacına göre olan deniz haritaları ve ölçeklerine göre gruplandırılmış deniz

haritalarıdır. Ölçeklerine göre deniz haritaları, genel deniz haritaları, rota haritaları, kıyı haritaları ve özel amaçlı liman haritaları olmak üzere sınıflandırılmıştır.

2.2 Portolan Haritalar

Haritalar insanların çevrelerini daha iyi anlama ve tanımlayabilmelerinin sonunda ortaya çıkan bir üründür. İnsanların yaşamları göz önüne alındığında yerleşim yerlerinin insanlık tarihi boyunca daha çok sulak alanlara, akarsu, göl ve nehir kenarlarına yönelik olduğu görülmektedir.

2.2.1 Portolan Harita Nedir?

14. ve 15. yüzyıllarında Avrupa'da kullanılan, kıyı ve limanlara ait bilgiler içeren el çizimleri ile oluşturulan denizcilik haritalarına verilen isimdir. İtalyanca "liman" anlamını taşıyan *porto* kelimesinden türetilerek *portolano* ismini alan bu haritalar birer denizcilik kitabı özelliğinde olup "kılavuz kitabı" anlamına gelmektedir (İnt.Kyn.6).

Portolan haritalar, dönemin bilim adamları tarafından dönem şartlarından ötürü kıyı boyunca mesafeler göz önünde tutularak, denizcilerin güzergahlarında bulunan limanların sıralanması ve mesafe ölçülerinin yapılması ile oluşturulmaktaydı. Kıyı içleri bilinmediğinden genellikle boş gösterilmekte ve kıyılar ise gerçeğe orantılı şekilde çizimlendirilen haritalardı.

Portolan haritalar sadece faydalanma amaçlı olmamakla beraber estetik amaçlı olanları da bulunan haritalardır. Bu tür haritalarda çeşitli süslemelerde söz konusuydu.

2.2.2 Portolan Haritalarda Bulunması Gereken Unsurlar

Denizciler tarafından bir limandan öteki limana güvenli bir şekilde ulaşılmak amacıyla oluşturulan portolan haritalarının taşıması gereken belli başlı unsurlar bulunmaktadır. Bu unsurların başında, haritaların önemli merkezlerine yerleştirilmesi gerekli olan yön çizgileridir yer almaktadır.

Anahtar noktalar olarak adlandırılması isabet olan önemli merkezlerdeki yön çizgilerinin devamında, ayrıntılı şekilde kıyıların çizgileri verilmeli ve bu kıyılardaki yerleşim yerleri belirtilerek isimleri gösterilmelidir.

Portolan haritalardaki bir diğer önemli unsur ise ölçek çizgileridir. Limanlar arası mesafe hesaplarında bu unsur çok büyük öneme sahip olmakla birlikte, eksiklikleri halinde dönemin kullanıcıları açısından önüne geçilemeyen büyük güçlüklere yol açmaktadır.

Bu haritalardaki bir diğer önemli unsur ise haritalardaki adaların yerlerinin gösterilmesidir. Ayrıca sığ bölgeler belirtilmeli ve de kayalıklar belirgin işaretlerle gösterilmelidir.

Bu unsurlar sayesinde denizcilerin portolan haritaların öncesinde yaşamış oldukları zorluklar olan rota tayin yetersizliklerinden ötürü açık denizlere açılamama sorunlarının önüne geçilmiştir. Bu sayede artık zorunlu kıyı takibi ile ilerlemek zorunda kalmayan denizcilerin hem yol güzergâhlarında ulaşacakları yerlere mesafeler azalmış hem de ıssız kıyılardaki tehlike ve korsanlara denk gelmeme, ayrıca olası kayalıklara karşın ahşap yapıdaki gemilerde aşınma ve delinme gibi olumsuzluklardan ötürü batma gibi olasılıklar büyük oranda azaltılmıştır.

2.2.3 Portolan Haritaların Genel Özellikleri

Portolan haritalar, haritaları çizen denizciler, haritacılar ve coğrafyacıların bilgi, beceri ve yetenekleri doğrultusunda şekillenir ve belirgin özellikleri taşırlar. Aynı zamanda bu özellikler dönemlerinin standartlarını da yansıtmaktadırlar.

Portolan haritalarda bulunan yön çizgileri belirli noktalarda birleşmektedir. Bu birleşim noktalarında rüzgârgülü, pusula güneşi, pusula gülü şeklinde adlandırılan bir motif şeklindeki detay yer almaktadır. Bu motifler rüzgar sayısına göre 8 ila 32 aralığında köşe sayısına sahiptirler. Bu haritalardaki ölçek göstergeleri de mutlaka bulunmalıdır ve rüzgârgülleri gibi onlarda motif bezemelidir. Gösterilen bölgelerin isimleri büyük

harflerle belirtilirken yer adları küçük harflerle gösterilmeli, kara sınırından kıyı çizgisine dikey konumda, siyah ve kırmızı renklerle yazılmalıdır. Kıyılar ise mavi veya yeşil ile çizilmiştir. Ada renklendirmeleri ise farklı farklı renklerdedir (Tanrıkulu 2017).

2.2.4 Türk Deniz Haritacılığı

İlk olarak 15. yy başlarında rastlamakta olduğumuz Türk denizciliği, bu dönemlerde yapılmış olan portolan haritaların, yoğun olarak yapılmakta olan seyahatler sonucunda oluşturulduklarını yansıtmaktadır. Bu haritalar, kendilerini hazırlayan coğrafyacı, kartograf ve haritacıların yapmış oldukları yolculuklar sonucunda ki elde ettikleri bilgiler doğrultusunda oluşturulmaktadırlar (Esen ve Gündoğdu 2009).

Türk deniz haritacılığında ulaşılmış olan, bilinen ilk harita 1458 yılında ki ceylan derisi üzerine yapılmış olan Akdeniz haritasıdır. Bu Akdeniz haritası Trablusgarplı İbrahim Mürsel tarafından çizilmiştir. İbrahim Mürsel bu haritasının beraberinde 1460 tarihinde Güney Avrupa haritasını yapmıştır (Esen ve Gündoğdu 2009).

Ardından tarihi kesin olmamakla birlikte 1495 ve 1506 yılları arasındaki bir dönemde Kulağuz Moralı İlyas, Azak Denizi ve Kırım harita planı yapmış ve Osmanlı donanmasına kullanış amacı için Kiev ve yakınlarındaki kaleleri göstermiştir. 1513 tarihinde ise ünlü bilim insanı Pîrî Reis tarafından ilk dünya haritası çizimi yapılmıştır. Pîrî Reis oluşturmuş olduğu bu haritasını ceylan derisi üzerine renkli bir şekilde kendi açıklamalarını eklediği notların beraberinde daha önce çizilmiş haritalardan da faydalanarak oluşturmuştur. 1526 yılında ise Pîrî Reis Kitab-ı Bahriye adlı eser ortaya koymuştur. Eserinde Ege ve Akdeniz ile ilgili 223 harita bulunduran Pîrî Reis 1528 tarihinde ise ikinci dünya haritası çizimini yapmıştır. İlk dünya haritasını ceylan derisi üzerine yapan Pîrî Reis bu defa çizimini deve derisi üzerine sekiz farklı renkten faydalanarak oluşturmuştur.

Seydi Ali Reis ise 1538 yılında Kitâbûl-Muhît fi ilmi'l-eflâk ve'l-ebhur eserini yazmıştır. Kısaca el-Muhit adıyla tanınmakta olan eser Hint denizlerini anlatmaktadır. Bu eser başarılı bir çalışma olaraktan portolan mahiyetindedir. 1554'te Seydi Ali Reis,

Miratel Memalik adlı kitabı yazmıştır. Bu kitapta, Basra Körfezi ile Hint Denizi'ne ait bilgilere yer verilmiştir (Esen ve Gündoğdu 2009).

1567 tarihinde Ali Macar Reis bir atlas oluşturmuştur. Bu atlasa kendi adını veren Ali Macar Reis dokuz ceylan derisi parşömenden oluşturmuştur atlasını. Atlas tam olarak bir deniz haritası olma özelliği taşımaktadır. Atlası oluşturan kısımlar ise, Karadeniz ve Marmara Denizi, Batı Akdeniz, Orta Akdeniz ve Doğu Akdeniz, Atlantik kıyıları, İngiltere adaları, Ege ve Marmara Denizi ile birlikte dünya haritalarını barındıran yedi kısımdan oluşmuştur. 1559 ve 1560 yılları arasında Tunuslu Hacı Ahmed'in oluşturduğu dünya haritası ise yabancı haritalardan faydalanılarak hazırlandığından çeviri niteliğinde kabul etmek yanlış olmaz. 1560-1570 tarihlerinde Walters'in hazırlamış olduğu atlas niteliğindeki eseri, deniz haritası portolan tipindeki haritalar grubuna girmektedir. İçeriğinde Karadeniz ve Marmara Denizi, Ege ve Doğu Akdeniz, Orta Akdeniz ve Adriyatik Denizi, Batı Akdeniz ve İspanya, Güney Asya ve Hint Okyanusu, Kuzeybatı Avrupa, Avrupa ve Kuzey Afrika, dünya haritalarından oluşan toplamda sekiz parçalık hazırlanmış bir atlastır (Esen ve Gündoğdu 2009).

1570 yılında Atlas-ı Hümâyun (Padişah Atlası) oluşturulmuştur. Saray kullanımları için nakkaşhânede hazırlık aşamaları yapılmış olduğu belirtilen eser dokuz adet haritayı kapsamaktadır. Bu eser daha önce oluşturulmuş olan 1567 yılında ki Ali Macar'a ait olan atlas ile büyük ölçüde benzerdir (Esen ve Gündoğdu 2009).

1648'li yıllara gelindiğinde ise Kâtip Çelebi iki bölümden oluşmakta olan Cihannüma adlı eserinin denizler, adalar ve nehirlerden oluşmakta olan birinci bölümünü oluşturmaya başlamıştır. Tahmini 1648 ve 1650 tarihlerinde oluşturulmuş olan Seyyid Nuh'un Deniz Kitabı ise Akdeniz ve Karadeniz limanlarında bulunan kaleler esas alınarak çizilmiştir (Esen ve Gündoğdu 2009).

1719 yılları ile 1720 yılında çeviri yöntemi ile Marmara Denizi haritası İbrahim Müteferrika tarafından oluşturulmuştur. 1783 yılında ise Cezayir Kalesini ve çevresini kapsayan bir harita, Mühendis Ahmed Rasim tarafından hazırlanmıştır. 1797 yılına gelindiğinde dört parçadan oluşan Asya, Avrupa, Afrika ve Amerika kıta haritaları

Mahmud Raif'in bilgi ve deneyimleri ile Mühendishane-i Berrî-i Hümâyun Matbaası'nda oluşturulmuştur. Eser Danvil Atlas'ının tercümesinden faydalanılarak oluşturulmuştur (Esen ve Gündoğdu 2009).

1803 yılına gelindiğinde ise Türkiye'de tam anlamıyla mükemmel bir atlas oluşturulmuştur. İstanbul'da basılan atlas Darüt-Tabaati'l-Amire adında ki matbaa müdürü Müderris Abdurrahman Efendi tarafından basımı gerçekleştirilmiştir. Avrupa'da yapılmış olan atlaslar ve birçok atlastan faydalanılarak oluşturulan, atlasın içeriği olarak ilk 79 sayfalık bölümünü Astronomi ve Coğrafya bilgilerini barındıran ve de renkli haritalar ile devam eden bir bölüm oluşturmaktadır. 1813 tarihinde ise Abdülaziz b. Abdülgani el-Erzincani Kuzey Afrika, Avrupa ve Asya haritasını hazırlamıştır. 1838 yılında ise Çanakkale Boğazı'nın haritası çizilmiştir. 1895 yılında İstanbul Boğazı Haritası, Süleyman Asaf tarafından yapılmıştır (Esen ve Gündoğdu 2009).

1903 yılına gelindiğinde Basra Körfezi'nin hidrografik haritası Deniz Subayı olan Rahmi Beyin önderliğinde hazırlanmıştır. 1909 yılına gelindiğinde ise önemli bir adım atılarak denizlerdeki haritacılığın geliştirilmesi ve ilerletilmesi amacıyla Genelkurmay Başkanlığının V. Şubesi vazifelendirilmiştir. Şube bu vazifelendirilmenin hemen ardından ilk olarak Karadeniz'deki çekek yerlerini çizimlendirmiş ve 1911 senesinde bu vazifesini tamamlayarak çekek yerlerin haritasını yapmıştır (Esen ve Gündoğdu 2009).

2.3 Piri Reis

Dünya genelinde ki haritacılık için kültürel miras niteliğindeki haritaları ile günümüze kadar adından son derece fazlaca bahsettiren Piri Reis, Osmanlı İmparatorluğunda Dünya coğrafyacılığında tartışılmayacak ölçüde önemli bir yere sahiptir. Bir bilim insanını ve eserini detaylı şekilde incelemek ve değerlendirmek açısından döneminin şartlarını bilmek gerekmektedir.

Yaşamış olduğu dönem göz önünde bulundurulduğunda Piri Reis'in Osmanlı açısından tam anlamıyla bir fetih dönemi yaşadığı dönemde olduğundan yeni yerler keşfetme ve

devletin sınırlarını genişletme amacıyla çeşitli fetihler içerisinde olmasından dolayı, devlet çeşitli kaynaklara ihtiyaç duymuştur.

Piri Reis'e bakıldığında çocukluk döneminden sonra tüm yaşantısını amcası Kemal Reis'in izinden giderek, büyük oranda Akdeniz kıyılarında geçirmiş ve gözlemleri sonucunda eserlerini ortaya koymuştur.

2.3.1 Piri Reis'in Hayatı

Çanakkale-Gelibolu'da dünyaya gözlerini açan Piri Reis'in doğumu ile ilgili olaraktan 1469-1470 yılları arasında dünyaya geldiği, fakat kesin bir tarih bilgisine ulaşılamadığı bilinmektedir. Piri Reis olarak bilinmekte olan ünlü denizcinin ismi, aslında Muhiddin Piri olarak kurulmuştur (Afet İnan 1992, Koca 2004).

Piri Reis gençlik dönemine kadar ailesinin yanında olup, biraz büyüdükten sonra büyük bir denizci olan amcası Kemal Reis'in yanında henüz adından bu kadar bahsettirecek biri olacağı bilinmeden seferlere katılmaya başlamıştır. Tam 14 sene sürecek olan bu seferlerde gözlemci, ilgili ve uyanık yapısından dolayı tam bir bilgi birikimi deposu olarak adlandırabileceğimiz Piri Reis, denizci yaşantısı ile birlikte bu seferlerindeki bilgilerini Kitab-ı Bahriye adını verdiği eserinde toplamıştır.

1511 senesinde amcasını kaybeden denizci, büyük bir hüzün yaşamış ve bir nevi manevi koruyucusunun eksikliğinden ailesinin yanına dönerek kendine biraz zaman ayırmıştır. Bu sırada ilk eseri olan dünya haritasını çizmiştir. Ayrıca kafasında oluşturmuş olduğu eserinin temel yapıtaşlarını seferleri sırasında edindiği bilgiler ile oturtmaya başlamıştır. 1526 senesine gelindiğinde yaşantısını da kendi tarafından, edinmiş olduğu bilgiler ve çizmiş olduğu dünya haritalarıyla birleştiren Piri Reis, Kitab-ı Bahriye adlı eserini ortaya koymuştur. Eser daha sonra ders kitabı olarak coğrafya, denizcilik gibi çeşitli bilimlerin okutulduğu medreselerde kullanılmıştır. Ayrıca eseri incelenen Piri Reis hakkında Türkçe'nin yanı sıra birçok dil bildiği bilgisine de rahatlıkla ulaşılmaktadır (Koca 2004).

1550 ve 1551 yıllarında dönemin padişahı olan Kanuni Sultan Süleyman yapmış olduğu İran seferlerinde net bir sonuca ulaşabilmek amacıyla Süveyş ve Basra arasında irtibatın kesilmemesi düşüncesindeydi. Bu nedenle önünde engel konumunda olan Portekizliler sorununu aşması gerekmekte olduğundan, Hürmüz kentinin fethi için başarılı denizcisi Piri Reis'i bu görev için vazifelendirmişti. Oldukça zor bir sefer sonucunda, Piri Reis'in karşılaştığı güçlükler ve gittiği kentlerdeki valilerin tutum ve davranışlarına vermiş olduğu tepkilerden ötürü Mısır'da kurulmuş olan mahkemece idam cezasına çarptırılmıştır (Şimşek 2011).

2.3.2 Piri Reis'in Eserleri

Piri Reis'in Ege ve Akdeniz kıyılarını detaylı şekilde anlattığı ve de kendi hayatının kendisi tarafından sunulmuş olduğu olan eseri Kitab-ı Bahriye ile birlikte 1513 yılında oluşturmuş olduğu ilk dünya haritası ve 1528 yılında oluşturmuş olduğu dünya haritası miras niteliğinde eserlerdir.

2.3.2.1 Kitab-ı Bahriye

Eser Piri Reis'in bulunduğu seferler sırasındaki gözlemci yapısı sayesinde edinmiş olduğu bilgiler doğrultusunda Ege ve Akdeniz kıyılarını ve adalarını içeren, buralara ait haritalardan oluşan deniz rehberi, aynı zamanda da bir gezi defteri özelliğindedir. Piri Reis bu eserini dönemin sadrazamı olan Sadrazam İbrahim Paşa'nın önderliği ve yardımında bir kitap haline getirip Kanuni Sultan Süleyman'a sunmuştur. Günümüze ulaşan nüshalarından tam olarak hangisinin gerçek eser olduğu hakkında net bir bilgi olmamakla beraber, Avrupa ve İstanbul kütüphanelerinde 29 adet nüshası mevcuttur (Koca 2004).

Atatürk, 1935 senesinde esere önsöz ile birlikte ekleme yaptırarak Türk Tarih Kurumu öncülüğünde basımını yaptırmıştır. Basımı yapılan bu kitapta toplamda 223 harita bulunur (Koca 2004).

2.3.2.2 1513 Tarihli Dünya Haritası

Piri Reis, I. Dünya Haritası olarak bilinen bu eserini birçok farklı literatürden faydalanarak oluşturmuştur. Piri Reis'in 1513 yılında tamamlamış olduğu bu haritasının tamamı günümüze ulaşmamıştır. Oluşturduğu dünya haritasının yalnızca bir parçası bugün mevcuttur. Piri Reis bu haritasını eklemiş olduğu Kitab-ı Bahriye adlı eserinde, kendi tarafından oluşturulduğunu, dönemin padişahı olan Yavuz Sultan Selim'e sunulduğunu ve padişah tarafından oldukça beğenildiğini belirtmiştir. Bu haritanın bir diğer önemli özelliği ise, 1498 tarihli Kristof Kolomb' un kaybolmuş olan haritasına değinen tek harita olmasıdır (Koca 2004).

Piri Reis'in yapmış olduğu bu dünya haritası, bugüne ulaşan kısmında Afrika'nın batı kıyıları, Avrupa, Atlas Okyanusu ve Amerika'nın orta ve güneydeki kıyılarının doğu kısmını içermektedir. Renkli olarak deri parşömene yapılmış olan harita ölçüsü 90x65 cm ölçüsünde olup, bu haritada herhangi bir enlem-boylam derecesi bulunmamaktadır. İki adet 32'li rüzgar gülü bulunduran haritada rüzgar güllerinden biri güneyde diğeri ise kuzeydedir (Koca 2004).

Ayrıca bu haritada uzun ölçü aleti şeklinde simgelerde vardır. Bu simgeler mil bölümlerini göstermektedir. Üzerinde çeşitli renklerde çizimlerde bulunan harita bir nevi bu çizimlerle süs kazanmıştır. Haritada çeşitli bilgiler aktaran notlar belirli yerlerde metinler halinde eklenmiştir. Harita üzerindeki bu metinlerden bazıları okunamamaktadır. Bu harita üzerinde gösterilen Antarktika ise, buzullar altında olmasına rağmen ve 1951 yıllarında çeşitli yeni sistemlerden olan sonik sistemle bulunmasından, o dönemin şartlarında nasıl çizimlendirildiği ise bir merak konusu olmakta ve bunun gibi farklı birçok şaşırtıcı bilgiler barındıran harita oldukça değerli bir eser olarak kabul görmektedir (Koca 2004).

Ayrıca bu harita da bulunan çeşitli yerlerin isimleri ise günümüzde kullanılanlar ile oldukça benzerdir. Örneğin Kopis olarak geçen yer, günümüzde Kopras, San Mikeal ise Sao Migel ve birçok yer ismi bu şekilde gösterilebilmektedir (Alpagut ve Kurtoğlu 1936, Koca 2004)

2.3.2.3 1528 Tarihli Dünya Haritası

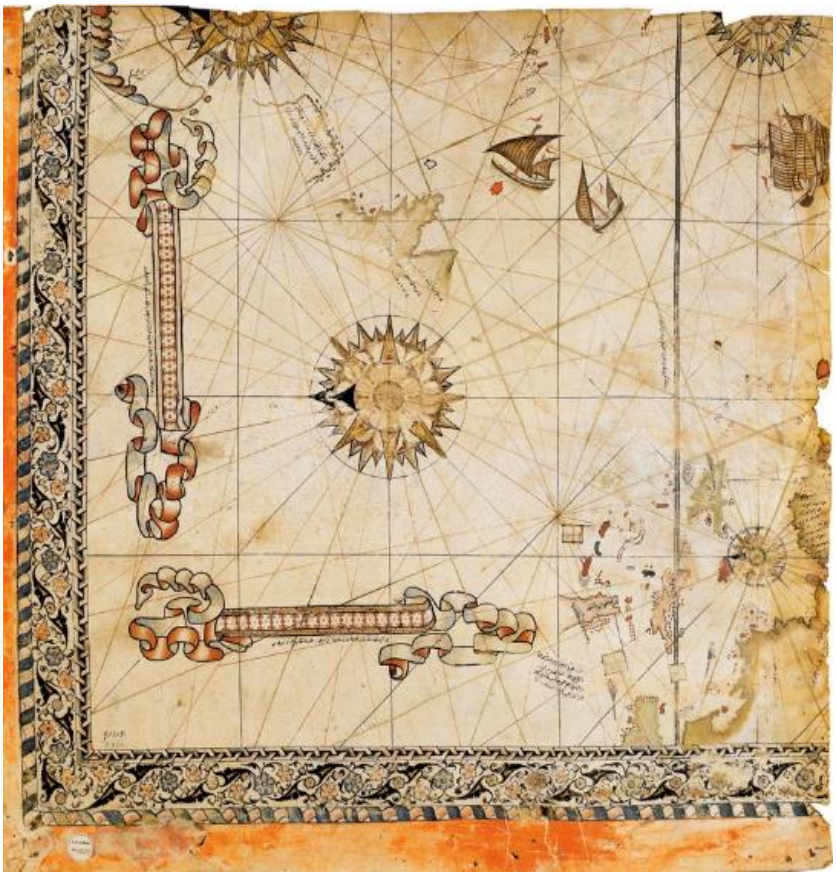
1528 yılında oluşturmuş olduğu haritasında Piri Reis ilk haritasında olduğu gibi bu haritasında da eserini oluşturduğu yılı ve kendisine ait olduğunu belirten imzasını haritasının sol köşesine eklemiştir.

Piri Reis'in oluşturmuş olduğu bu haritasının yalnızca bir kısmı günümüze ulaşmıştır. Bu kısım ise Şekil 2.5'de gösterildiği üzere, dünya haritasının kuzeybatı kısmının bir köşesine aittir. Çeşitli niteliklerde süsleme ve çizimlerle oluşturulan harita 68x69 cm ölçülerindedir (Koca 2004).

Çizim yolu incelendiğinde döneminin en iyisi denilebilecek kadar iyi olan bu haritada, günümüze ulaşan kısmında 32'li dört adet rüzgar gülü kuzeye oturtulmuş şekildedir. Yanlarında ise çeşitli açıklamalar ile mesafe ve ölçüler hakkında bilgiler taşır niteliğe sahiptir (Koca 2004).

Piri Reis'in yapmış olduğu iki harita kıyaslandığında bu haritasının, oluşturmuş olduğu ilk haritasına oranla ölçeğinin daha büyük olduğu ve de koy ve körfezlerinin günümüzdeki arazi ve yöntemlerine uygun olarak yapıldığı anlaşılmaktadır. Haritanın günümüze ulaşan kısmı Atlas Okyanusu'nun kuzeyi ile Kuzey Amerika ile Orta Amerika'nın yeni keşfedilen yerlerinin kapsamaktadır. Şunu da diyebiliriz ki, haritanın günümüze ulaşan kısmı ancak altı parçasından biri kadardır (Koca 2004).

Genel olarak eserlerine bakıldığında, Piri Reis bilim yöntem ve kurallarına uygun hareket etmiştir. Bunu da, haritalarında kullanmış olduğu metinlerde kendisi belirtmektedir (Koca 2004).



Şekil 2.5 Piri Reis'in 1528 Tarihli Dünya Haritası (İnt.Kyn.7).

2.4 Katip Çelebi

Türk-Osmanlı bilim aydını olan Katip Çelebi, Osmanlı Devleti'nde büyümesine rağmen Batı'ya olan ilgisinden ve merakından tüm dünyaca ünü duyulmuş ve bugünlere ulaşmasında bu özelliği şüphesiz onu bu derece ünlü yapmıştır. Kısa ömrü çok sayıda farklı alanlarda eser ve çalışmalar görmüştür.

2.4.1 Katip Çelebi'nin Hayatı

1609 yılında İstanbul'da dünyaya gelen Katip Çelebi'nin gerçek ismi Mustafa'dır. Ayrıca İstanbul ulemasınca Hacı Halife olarak isimlendirilen Katip Çelebi eserlerinde kendi hayatından da bahsetmiştir. Dindar bir ailede yetişen Katip Çelebi, altı yaşından itibaren babasının teşvik ve girişimleri ile din eğitimlerine başlamış ve çeşitli sınavlara tabi tutulmuştur. Sınavlarını başarı ile vermiş olan Katip Çelebi, çeşitli eğitimlerden

geçmiş ve ileri ki dönemlerde kendisi de hocalık yapmıştır. Ayrıca memurluk yapan Katip Çelebi farklı çalışmalarda bulunmuş, hastalığı nedeniyle araştırmaları sonucu sağlık kitabı yazmış ve çeşitli çeviriler ile de eserleri için destek oluşturmuştur (Erdem 2009).

Katip Çelebi beklenmedik bir zamanda 7 Ekim 1657 yılında günün henüz ilk saatlerinde kahvesini içerken aniden hayatını kaybetmiştir (Erdem 2009).

2.4.2 Katip Çelebi'nin Eserleri

Çalışkan, başarılı, temiz ahlaklı ve bilgili olan Katip Çelebi, farklı birçok alanda eserler vermiştir. Eserlerinden bazıları kayıp olmasına rağmen yirmiden fazla eser coğrafya, tarih, din, biyografya, sosyal, kültürel ve halk bilimleri alanlarındadır.

Coğrafya alanındaki eserleri: Levâmiu'n-nur fi zulmeti Atlas Minur, Müntehab-ı Bahriye (Kitab-ı Bahriye) ve Cihannüma adlı eseridir (İnt.Kyn.8).

Tarih alanındaki eserleri: Fezleket akvâl el-ahyâr fi ilmi el-târîh ve el-ahbâr Arapça Fezleke, Türkçe Fezleke, Tuhfet el-kibâr fi Esfâri el-Bihâr, Takvîmü't-Tevârîh, Tarîh-i Frengi tercümesi, Revnaku's-saltana (Târîh-i Kostantiniyye ve Kayâsire) tercümesi, Düstûr-ûl-amel lî ıslâhil-l halel, İrşâd-ûl-hayâfâ ilâ târîh-ûl-Yunân ver-Rûm şeklindedir (İnt.Kyn.8).

Biyografya alanındaki eserleri: Keşf ul-zunûn an asāmi el-kutub ve el-funun, Süllem el-vusûl ilâ tabakat el-fûhûl ve Câmi el-Mütûn min Cüll el-Fünûn'dur (İnt.Kyn.8).

Din alanındaki eserleri: Mîzân-ül-Hakk fi ihtiyâr-il-ehak ve İlhâm el-Mukaddes Min Feyz el-Akdes (İnt.Kyn.8).

Sosyal, kültürel ve halk bilimi eserleri ise: Tuhfetü el-ahyâr fi el-hikem ve el-eş'âr, Dürer-i müntesira vel gurer-i münteşira, Recmü'r-râcim bi's-sîn ve el-Cim, Beyzâvi Tefsirinin şerhi, Muhammediyye şerhi, Kanunnâme ve Tütün Risalesi adlı eseridir (İnt.Kyn.8).

Katip Çelebi'nin bu eserlerinden Recmü'r-Racim bi's-Sin ve'l-cim ve Beyzavi Tefsirinin şerhi günümüzde bulunamamaktadır (Erdem 2009).

2.4.2.1 Cihannüma

Genel bir coğrafya eseri niteliğinde olan eser, Osmanlı tarihindeki coğrafi anlamdaki en önemli eserler arasındadır. Katip Çelebi eserini oluştururken birçok kaynaktan çeviri yaparak, farklı dillerdeki kaynaklardan faydalanmıştır. Eserin basımı Müteferrika matbaasında çeşitli ilaveler sonucunda yapılmıştır (Erdem 2009).

Eser okyanuslar, kıtalar, yerküre ile ilgili birçok malumatı içerisinde barındırmaktadır. Katip Çelebi'nin bu eserinde yer alan ve de İbrahim Müteferrika tarafından 1728 yılında basımı yapılmış olan Hint Okyanusu ve Çin Denizi haritası Şekil 2.6'de verilmiştir.



Şekil 2.6 Katip Çelebi'nin Cihannüma adlı eserinden alınan ve İbrahim Müteferrika tarafından 1728'de basılan Hint Okyanusu ve Çin Denizi haritası (İnt.Kyn.8).

2.5 Jeodezi Nedir?

Jeodezi kelimesi Yunancadan dilimize geçmiş olup, temelini yunan uygarlığından almıştır. Kelime manası olarak, yeryuvarı üzerindeki herhangi bir yerin veya yeryuvarının ölçülmesi ve gerekli ayrıntılarının hesaplanması bilimi olarak tanımlanabilir (Turgut 1991).

Jeodezi biliminin tarihçesi incelendiğinde, en eski bilimler arasında yer aldığı görülmektedir. Jeodezi kendisine yeryuvarı ile ilgili olarak, yerin büyüklüğünü, çekim alanını, hareketlerindeki değişimleri ve yeryuvarının boyutlarını inceleme ve araştırmayı görev edinmiş bir bilim dalıdır (Turgut 1991).

Helmert ise, 1880 yılında jeodezi bilimini "Yer yüzeyinin ölçülmesi ve bir referans yüzeyine iz düşürülmesi bilimi" şeklinde ifade etmiştir (Turgut 1991).

1975 Grenoble ve 1979 Canberra içtimalarında Uluslararası jeodezi topluluğu (IAG) tarafından belirlenen tanımda ise "Jeodezi: Üç boyutlu ve zaman değişkenli uzayda, çekim alanı da kapsamda olmak koşuluyla, yerin ve diğer gök cisimlerinin temsil edilmesi ve ölçülmesi ile ilgilenen bir bilimdir." şeklinde olmuştur. (Tuğluoğlu, Turgut 1991).

2.6 Koordinat Sistemleri

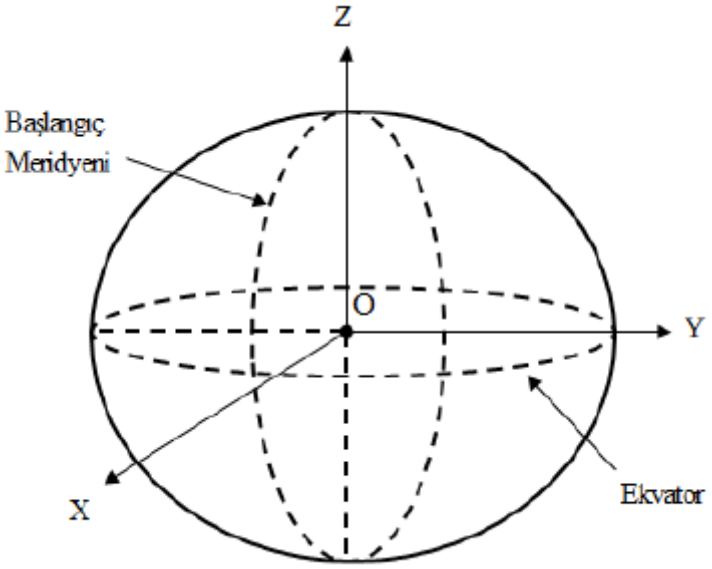
Yeryüzünde ki herhangi bir noktanın konumu, uzayda ki herhangi bir sistemde ki koordinatları ile belirlenebilmektedir. Koordinat sistemlerini genel olarak iki çatıya ayırabiliriz. Bu çatılar, dik koordinat ve kutupsal koordinat sistemidir (Acar 1999).

Dünya üzerindeki bir noktayı tanımlamayı yalnızca koordinat sistemleri mümkün kılmaktadır. Uydu ölçmeleri sonucunda elde edilen koordinat bilgileri ve klasik ölçmeler sonucundaki koordinat bilgileri kullanılarak noktaların verilmiş olduğu sistemdeki başlangıç noktası referans alınarak, oradan geçen düzleme göre yapılmış olan açı, düzleme olan dik uzaklıklar veya noktayı merkez referans noktasına bağlayan doğrultudaki uzunluklarla ifade edilmektedir (Üstün 1996).

Ayrıca herhangi bir noktanın koordinatları verildiğinde, bir koordinat sisteminden öteki koordinat sistemindeki karşılığı bulunabilmektedir.

2.6.1 Kartezyen Koordinat Sistemi

Yerin ağırlık merkezi esas alınarak başlangıç noktasının oturtulmuş olduğu 3-Boyutlu koordinat sisteminde (Şekil 2.7), birbirlerine dik şekilde konumlandırılmış üç adet yüzeyin oluşturmuş olduğu sistemdir.

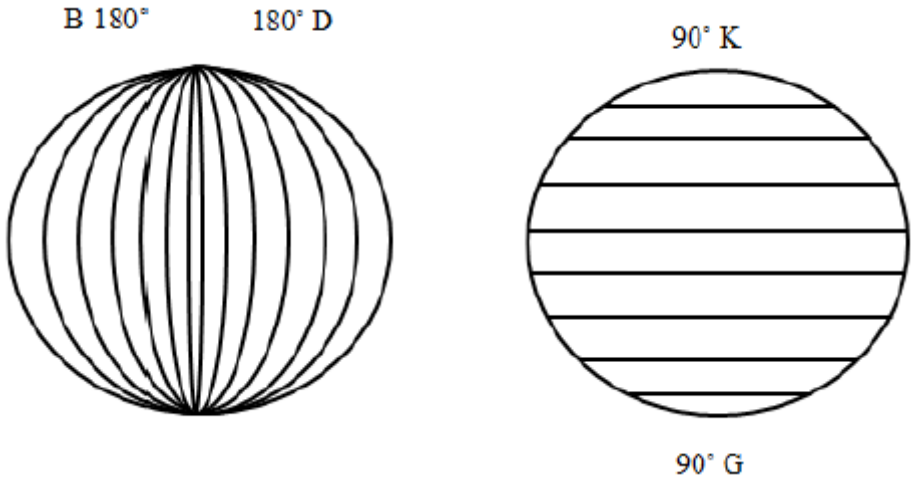


Şekil 2.7 Kartezyen koordinat sistemi (Konakoğlu 2014).

Yerin ağırlık merkezi başlangıç kabul edilen şekildeki kartezyen koordinat sisteminde herhangi bir P noktasının üç boyutlu uzaydaki konumunun, bulunan yüzeylere dik bir şekilde iz düşürülmesi ile inmiş olduğu dik doğrultuların mesafeleri X, Y, Z olarak belirlenmiştir. Belirlenen bu mesafelendirmeler o noktaya ait kartezyen koordinatlar olarak isimlendirilmektedir (Dilaver 1997, Konakoğlu 2014).

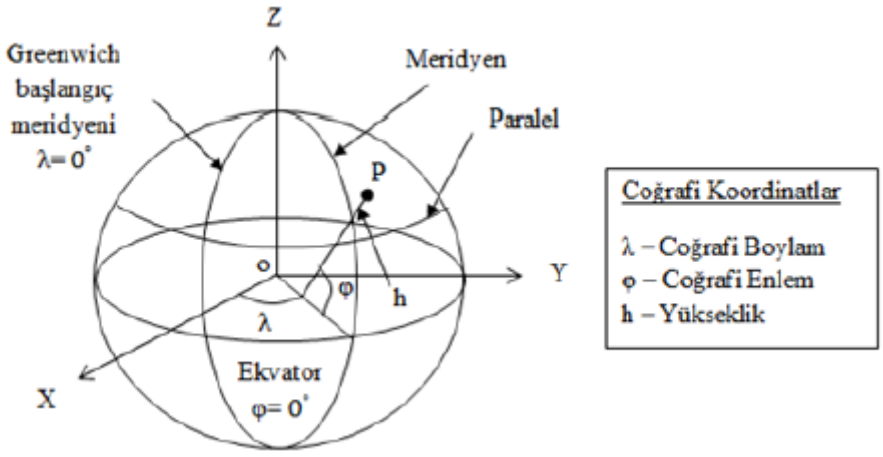
2.6.2 Coğrafi Koordinat Sistemi

Dünya genelinde kabul görmüş olan coğrafi koordinat sistemi bütün dünyada uygulanan en eski yöntemler arasında yerini almıştır. Paralel ve meridyenlerin esas alındığı bu yöntemde (Şekil 2.8) dünya eşit iki yarım küre olarak değerlendirilmekte ve ekvatora paralel şekilde olan dairelere enlem daireleri adı verilmektedir. Ekvatora oranla kuzeyde kalan paralel dairelerine kuzey paralelleri, güneyde kalan dairelere ise güney paralelleri isimlendirmesi yapılmaktadır. Ekvatora dik olarak uzanan ve kutup noktalarında birleşen dairelere ise boylam/meridyen daireleri adı verilmektedir. Meridyenlerden Londra'nın Greenwich semtindeki gözlem evinden geçen dairesinin ekvator ile kesiştiği, yani ekvatoru kestiği nokta tam olarak başlangıç meridyeni olarak kabul görmüştür. Doğu ve batı boylamları olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 2.8 Meridyen ve paralel daireleri (Konakoğlu 2014).

Coğrafi koordinat sisteminde yerin merkezine göre bir P noktasının konumu için şunlar söylenir; belirli bir P noktasından geçen paralel dairesinin ekvator ile arasındaki uzaklığın, yani ekvatora olan mesafenin yerin merkezi ile yapmış olduğu açıya enlem, aynı şekilde belirli bir noktadan geçen meridyen dairesi ile başlangıç kabul edilmiş olan meridyen arasındaki mesafeyi merkezden gören açı ise o noktanın boylamıdır (Şekil 2.9).



Şekil 2.9 Bir P noktasının yerin merkezine olan konumu (Konakoğlu 2014).

2.6.3 Projeksiyon Koordinat Sistemi

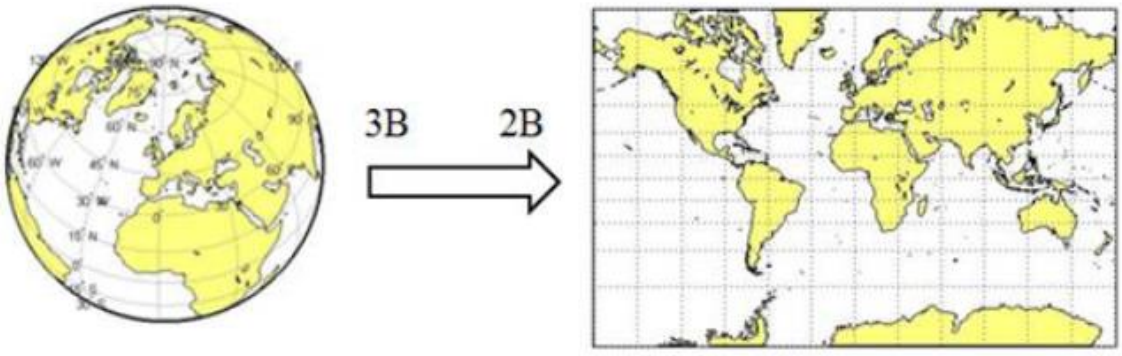
Yeryuvarının tamamı veya bir bölümünün belirli özellikleri korunarak düzlem üzerine

aktarılmasına “projeksiyon” adı verilir (Şekil 2.10). Bu aktarma işlemi yapılırken düzlemin iki boyutlu yapısı olduğundan dolayı küre veya benzeri şekillerin düzleme deformasyonsuz aktarılmasını düşünülemez. Bu tür aktarımlarda bir projeksiyon kullanılması şarttır.

Aktarımlarda söz konusu farklı üç çeşit deformasyon bulunur:

- Açı Deformasyonları
- Uzunluk Deformasyonları
- Alan Deformasyonları

Projeksiyon koordinat sisteminden, bir nevi coğrafi koordinat sisteminin dönüşüm sonucu olarak bahsedilebilir (Konakoğlu 2014).



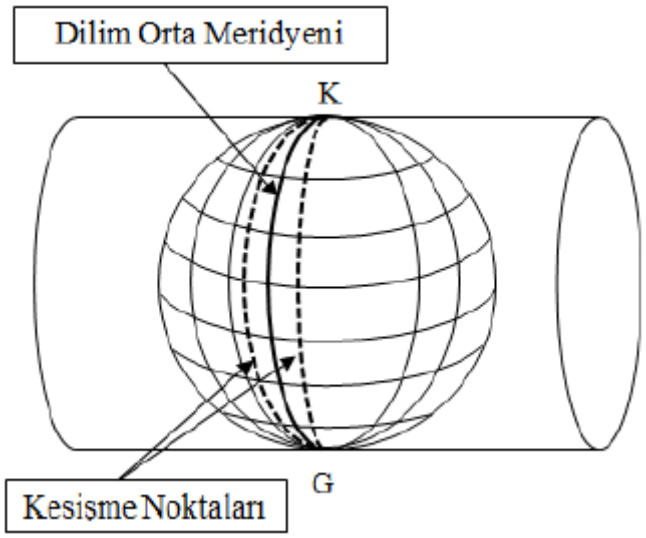
Şekil 2.10 Dünyanın projeksiyon koordinat sistemi ile düzleme betimlemesi (Konakoğlu 2014).

2.6.4 Universal Transverse Mercator (UTM) Projeksiyon Sistemi

Temeli Gauss-Krüger projeksiyonuna dayanan silindire tasarlanmış ekvatoral konumlu elipsoid biçimindeki referans sistemidir. 1947 senesinde Amerika Birleşik Devletleri’nin askeri haritalar için hazırlatmış olduğu sistemdir. Bu sistem oluşturulurken önemli bazı noktalar söz konusudur.

Bu sistemde, dönüşümü yapılacak olan yüzey ile dönüştürüleceği yüzeyin birbirleri

arasında dönüşümlerinin mümkün olması gerekmektedir. Ayrıca dik koordinat sistemlerinde bir birliktelik sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra meridyen yakınsamasının 5 dereceden daha düşük olması gerekmektedir. Bu sistemde bir diğer önemli husus ise konformluktur. Yüzeyler arası projeksiyonlar da doğrultu deformasyonlarının en az olması için bu çok önemli bir noktadır.



Şekil 2.11 Dilim orta meridyenlerinin gösterimi (Konakoğlu 2014).

Şekil 2.11'de gösterildiği gibi bu sistemde ana daire meridyen ile çakışmaktadır. UTM projeksiyon sistemindeki değerler orta meridyene bağlı olaraktan hesaplandıklarından dolayı bu orta meridyenin doğru şekilde verilmesi gerekmektedir. Ekvatordan olan uzaklığı enlem değerleri verirken, dilim orta meridyenine olan mesafeyi ise boylam değerleri vermektedir. UTM projeksiyon dik koordinatları kuzey yönünde x doğu yönünde ise y olarak ifade edilmektedir. Dilim orta meridyenlerinin doğusu artı değer iken batısında kalan değerler eksi olacaktır. Bu eksi değerden arınmak amacıyla kuzey yarım kürede y değerlerine 500 000 m ekleme yapılır ve bu *y* değeri sağa (False Easting) ismi ile adlandırılır (Konakoğlu 2014).

x değerleri ise değişime tabi tutulmaz. Bu değere de yukarı (Northing) isimlendirmesi verilir. Güney yarım kürede x değerlerine 10 000 000 m eklemesi yapılır. Buradaki amaçta eksi değerlerinden arınmak amacıyladır. Buradaki amaçlar çizim içindir. Hesaplamalarda bu değerler kullanılmaz. Hesaplamalar için kullanılan değerlerde ise

Gauss-Krüger koordinatlarıdır (Konakoğlu 2014).

2.6.5 ITRF (International Terrestrial Reference Frame) Koordinat Sistemi

ITRF, GPS (Global Positioning System), VLBI (Very Long Base Interferomerty) gibi gelişmiş birçok jeodezik ölçüm yöntemlerinden ulaşılan, yeryuvarının ağırlık merkezini başlangıç referansı kabul eden üç boyutlu koordinat sistemine dayalı olan bir sistemdir. Ülkemizde 2001 senesine kadar ED-50 (European Datum 1950) sistemi kullanılmış olup, 2001 yılından sonra ise GRS80 (Geodetic Reference System) elipsoidinde ITRF koordinat sistemine geçilmiştir. Bu koordinat sistemi sürekli olarak yenilemeye tabi tutulmaktadır. Ayrıca bu koordinat sisteminin yılına ise isminden ulaşılabilmektedir. Yenilendiği yılın tarihi ile adlandırılmaktadırlar. Buna ITRFyy-ITRF89 örneği verilebilir (İnt.Kyn.9).

2.7 Jeodezide Dönüşüm Yöntemleri

Ülkeler, kendi amaçları doğrultusundaki çeşitli jeodezik çalışmalarında kendilerine uygun tasarlanmış olan koordinat sistemleri oluşturmuş ve çeşitli koordinat sistemleri kurmuştur. Böylece bu koordinat sistemlerine orantılı olarak datum gereksinimlerinde değişimler oluşmuştur.

Datum parametreleri kurulacak olan koordinat sistemlerindeki her türlü parametre olarak adlandırılabilir. Koordinat sistemlerindeki başlangıç, dönüklük, ölçek gibi faktörlerin her birinin birer datum olarak ele alınması söz konusudur. Çeşitli Avrupa ülkeleri aynı elipsoidi kullanmaktadır. Fakat aynı elipsoidi kullanmak demek koordinat sistemlerinde de aynı sistem kullanılıyor demek değildir. Bu farklılıklar başlangıçların farklı alınmasından kaynaklanmaktadır. Datum farklılıklarında aynı elipsoid kullanılmış olsada, koordinat sistemleri başlangıçları değişiklik göstermektedir (Üstün 1996).

Nitelik açısından farklı ölçme tekniklerinin bile datumu etkilemesi göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca uydu ölçmeleri ile klasik yersel ölçmeler farklı referans yüzeylerine sahip olmalarından, farklı datum sonuçlarını doğurmuştur. Bu konu

üzerinde yoğunlaşılması gerekmektedir (Üstün 1996).

Aynı zamanda bir diğer sorun ise yatay datum ve düşey datum sorunsalıdır. Yatay datum ve düşey datum apayrı ele alınması gereken iki önemli durumdur. Bu durum, birçok ülkenin yatay kontrol ağlarının bir elipsoid üzerinde referans alınmasından, düşey datumlarının ise jeoide göre oluşturulmasından kaynaklı bir durumdur. Bu durum Türkiye içinde söz konusudur. Başlangıç olarak Antalya Mareograf istasyonu kabul görmüş ve de nokta yükseklikleri bu istasyona göre ayarlanmıştır (Üstün 1996).

Özetle dönüşüm işlemleri için söz konusu durum; herhangi bir koordinat sistemindeki verilerin ikinci koordinat sistemindeki veriler ile ifadelerinin gerçekleştirilmesi için uygulanmış olan aktarılma işlemidir. Bu aktarım işlemleri için iki farklı koordinat sistemindeki bilgilerin aynı veriye ait olması gerekmektedir. Ortak veriler ile gerçekleştirilen bu işlemlerde, bu veriler yardımı ile dönüşümü sağlanacak olan ve dönüştürülecek olan veriye ilişkin koordinat sistemleri arasında ki parametreler bulunarak dönüşüm işlemi gerçekleştirilir.

Dönüşüm işlemlerinde dönüştürülecek veriye ilişkin korunması gereken çeşitli özellikler bulunmaktadır. Noktalar arasındaki açı korunmak isteniyor ise yani şeklin korunması esası söz konusu ise benzerlik dönüşümü söz konusu olur. Bunun yanı sıra uzunluk ve alanların korunmasına ilişkin dönüşüm yöntemleri ve Afin dönüşümleri verilerin farklı diğer özelliklerini korumaya yöneliktir (Üstün 1996).

2.7.1 Tek Boyutlu Dönüşümler

Günlük yaşam için birçok mühendislik işlemlerinden yararlanılmaktadır. Çeşitli işlemlerde kullanılacak olan mühendislik hizmetleri, aynı zamanda ülkelerin savunma ve plan çalışmalarının uygulanabilmeleri için çeşitli bölgelerde farklı zamanlarda yükseklik bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Türkiye'de savunma ve kalkınma amaçlı çalışmalara bakıldığında nokta yüksekliklerinin belirlenmesi çalışmaları için çeşitli jeodezik uygulamaların 1930'lu

senelerin sonlarına doğru başladığı görülür (Başçiftçi 2008).

İstasyonlar arasındaki görülebilirliklerin aranma sorununu ortadan kaldıran GPS, yatay konumu konvansiyonel metodlara göre daha iyi doğruluklarda ve çok daha kısa sürede sonuçlara imkan vermektedir. Yatay konumdaki bu başarısını kanıtlamış olan GPS, birçok çalışma ve farklı alanlarda tercih edilmektedir (Liddle 1989, Başçiftçi 2008).

Uygulama için kullanılan yükseklik ortometrik yüksekliktir. Oysa GPS ile ölçülmüş olan yükseklik elipsoidal yüksekliktir. Bu durum göz önünde bulundurularak çeşitli çalışmalarda, mühendislik amaçları doğrultusunda GPS ile hesaplanmış olan bu yüksekliklerin ortometrik yüksekliklere dönüşümü yapılmalıdır (Liddle 1989, Başçiftçi 2008).

Tek boyutlu dönüşüm çeşitleri ise şu şekildedir;

- Elipsoidal yükseklik-ortometrik yükseklik ilişkisi
- Enterpolasyon yöntemleri ile yükseklik dönüşümü
  1. Ağırlıklı aritmetik ortalama ile enterpolasyon
  2. Polinomlarla enterpolasyon
  3. Multikuadrik enterpolasyon

2.7.2 İki Boyutlu Dönüşümler

İki boyutlu dönüşümler için düzlem üzerindeki işlemler söz konusudur. Yani düzlemden kast edilen, yükseklik kavramını katmadan yapılmış olan dönüşüm işlemleridir.
Ülke nirengi ağlarına bakıldığında yatay ve düşey kontrol ağları olarak iki şekilde ele alındığı görülmektedir. Yatay kontrol ağları için datum farklılıkları üzerinde güncel şekillerde uygulama ve çalışmalar yapılması düzlem koordinat sistemi olarak adlandırabileceğimiz iki boyutlu koordinat dönüşümleri için çok sık tercih edilen uygulamalar konumuna gelmiştir (Başçiftçi 2008).

Herhangi bir bölge için yerel koordinat sisteminin yanı sıra ülke koordinat sistemi de söz konusudur. Herhangi bir bölge için oluşturulacak olan halihazır harita işlemlerinde öncelikle yerel koordinat sistemi üzerine çalışılması daha sonra ise ülke koordinat sistemine iki boyutlu dönüşüm yöntemi kullanılarak geçilmesi bu durumu açıkça belirtmektedir. Bir başka açıdan bakılacak olursa, fotogrametriciler de resimlerde değerlendirme işlemleri yaparlarken resim koordinatları ve ölçüm aletleri koordinatları olmak üzere iki farklı koordinat sistemi kullandıkları görülmektedir (Üstün 1996).

GPS ile elde edilecek olan koordinatlar üç boyutlu koordinatlara ilişkin verileri barındırmaktadır. Klasik yersel ölçmeler göz önüne alındığında ise bu koordinat sistemine ilişkin bir karşılık bulunamamaktadır. Yersel uygulamalar için söz konusu olan yatay ve düşey datum birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmektedir. GPS ile oluşturulmuş olan koordinatlarda ise eksenlerin yönündeki ölçek aynıdır. Tüm bu durumlar göz önüne alındığında GPS koordinat sistemi ile yersel koordinat sistemi arasında bir dönüşüm gerekliliği ortaya çıkmıştır (Üstün 1996).

Bu kapsamda ki durumlar için söz konusu olan dönüşüm işlemi iki boyutlu dönüşüm modelleri ile uygulanacaktır.

İki boyutlu dönüşüm yöntemleri şu şekildedir;

- Benzerlik dönüşümü
- Afin dönüşümü
- Polinom dönüşümü
- Projektif dönüşüm

2.7.3 Üç Boyutlu Dönüşümler

Uydu ölçmelerinde, son zamanlardaki gelişim ve değişim süreçleri ile sadece mutlak koordinatlarda değil aynı zamanda bağıl konumlamalarda da yüksek doğruluklarda sonuçlar verilmiştir. Bu kapsamda ülke jeodezik ağlarında yapılan iyileştirmeler ve noktaların sıklaştırılmasında kolaylık sağlanmıştır. Uydu gözlemleri ile yersel verilerin ortak bir çalışmada birbirleri ile işleme tutulmaları gerekmektedir. Fakat bu verilerdeki

datumlar farklılıklar göstermektedir (Üstün 1996).

Üç boyutlu bir dönüşüm sağlanabilmesi için iki farklı verinin datumlarının dönüşüm parametrelerinde hassas bir çalışma yapılmalı ve bilinmeyen parametreler için ortak birçok nokta ile dengelemeler yapılarak işlem sağlanmalıdır.

Sistemler arası dönüşümler ölçek, dönüklük ve öteleme parametreleri sayesinde sağlanmaktadır. İstenilen dönüşüm özelliklerine göre birçok yöntem söz konusudur.

Dönüşümün uygulaması için söz konusu olan yükseklik, çeşitli zorluklara yol açmaktadır. Dönüşüm uydu koordinat sistemleri ile ülke koordinat sistemi arasında gerçekleştirilecekse duyarlı bir jeoid gerekmektedir. Ayrıca ülke ölçmelerinde yersel hesaplamalarla belirlenmiş olan noktaların ortometrik yükseklikleri, elipsoidal yüksekliklere dönüştürülebilmektedir. Bu dönüşüm jeoid yükseklikleri ile hesaplanmaktadır.

Üç boyutlu dönüşüm yöntemleri şu şekildedir;

- Benzerlik dönüşümleri
  1. Bursa-Wolf Modeli
  2. Moledensky-Badekas Modeli
  3. Veis Modeli
  4. Krakiwsky-Thomson Modeli
- Afin dönüşümü

2.8 Yapay Sinir Ağları

Genel olarak bakıldığında temelini insan beyninden alan, yapıca veri işleme ve karar verme düzeneği örnek alınarak oluşturulmuş olan YSA, son zamanların ilerlemiş bilgisayar sistemleri ile çoğu bilim ve mühendislik alanlarında ki çalışmalarda ve kestirim problemleri örneklerinde tercih edilmesi ile yaygın bir kullanım alanı bulmuştur.

Yeterli ölçülere oranla daha fazla ölçü ilkesi benimsemiş olan jeodezi bilimi için son yıllarda lokal olarak jeoid belirlemelerinde, yeryuvarına ilişkin dönüklük parametreleri hesaplamalarında, jeodezik deformasyon analizinde, datum transformasyonlarında, koordinat dönüşüm yöntemleri gibi birçok jeodezi konusunda YSA uygulamaları yapılmıştır (Yılmaz ve Güllü 2012).

2.8.1 Yapay Sinir Ağı Tanımlaması

Çeşitli alanlarda kendine yer bulmuş olan yapay sinir ağlarının bu kadar fazla kullanım alanı bulundurması, bu konudaki araştırmacılar tarafından her bir yapay sinir ağının türü içerisinde bir tanımlamasının yapılmasını uygun görmüştür (Aşık 2013).

Genel açıdan bakıldığından yaygın tanımlar bulunmaktadır. Bu tanımlamalardan bazıları ise şu şekildedir;

- YSA, birçok nörondan meydana gelmiş olan biyolojik sinir sistemlerin, matematiksel modelle ifadesidir (Lippmann 1987).
- YSA, çeşitli paralel yapıdaki çalışma sistemine sahip olan birçok basit işlemci elemana sahip, işleyiş biçimini ağın yapısı ve işlemci elemanlarındaki bağıntı etkinlikleri ile sağlayan bir yapıdır (DARPA 1988).
- YSA, deneysel biçimdeki bilgiyi alarak depolamasına katan ve de bu bilgiyi kullanan fiziksel hücreli sistemler yapısıdır (Zurada 1992).
- YSA, biyolojik sinir sistemlerine ait temel performans özelliklerine sahip, bilgileri işleme sistemleri yapısıdır (Fausett 1999).
- YSA, deneyimsel bilgileri saklamaya yönelik doğal bir yönelimi bulunan, kolay çözümlenebilen işlemci birimlerinden oluşan, paralel dağılımlı bir işlemci sistemidir. Bu işlemci sisteminin iki açıdan beyin yapısı ile benzerliği söz konusudur. Bu benzerlikler; Bilginin bir ağ tarafından öğrenme sürecinde elde edilmesi ve elde edilmiş olan bu bilgilerin biriktirilebilmesi için sinaptik (synaptic) ağırlıklar olarak bilinen, nöronlar arası bağlantı güçleri kullanımıdır (Haykin 1999).
- YSA, insan yapısı gereğince beyin sisteminde öğrenme yolu ile çeşitli yeni bilgiler türetebilir ve yeni bilgiler yapılandırabilir, ayrıca bu sistem bilgileri keşfedebilir

bir yetenek ile oluşturulmuş yapısından herhangi bir yardım alınmadan direk olarak gerçekleştirme amacına sahip şekilde geliştirilmiş bilgisayar işletim sistemidir (Öztemel 2006).

Yaşamda karşı karşıya kalınan ve klasik olan yöntemlerle çözümlemeleri oldukça güç olan problemlere karşı alternatif yaklaşım ile çözümlemeler sunan YSA, ilerleyen zaman içerisinde kendisine özellikle mühendislik alanı olmak üzere geniş bir uygulama alanı elde etmiştir (Yılmaz 2012).

2.8.2 Yapay Sinir Ağlarının Kullanım Alanları

YSA kapsamlı olarak ele alınacak olursa; doğrusal yapıda bulunmayan, gürültülü, yapıca karmaşık, bir netliğe sahip olmayan, eksiklik bulunduran, kusur ve hata olasılıklarının fazlaca olduğu yüksek verilere sahip olan durumlarda veya problem çözümlerinde matematiksel oluşum veya herhangi bir algoritmanın bulunmadığı, yalnızca örneklemelerin olduğu durumlarda kullanılmak için geliştirilmiştir.

Günümüzde YSA, çeşitli problemlere uygulanabilmekte ve kullanım alanı olarak herhangi bir kısıtlaması bulunmamaktadır. Ancak sınıflandırma, tahmin, kestirim, modelleme ve kontrol alanlarında daha fazla uygulanması söz konusudur. Gündelik hayatta, finansal işlemlerden mühendislik alanlarına, tıp biliminden uzay bilimine ve daha birçok uygulama işlemlerinde kullanılmaktadır. Bu işlemler şu şekildedir:

- Muhtemel fonksiyon kestirimleri
- Sınıflandırma
- Veri ilişkilendirme
- Desen uygunluğu
- Örüntü eşleştirme/tanıma
- Kavramlaştırma/kümeleme
- Zaman serisi analizleri
- Sinyal filtreleme

- Veri tahmini
- Veri ilişkilendirme/yorumlama
- Veri sıkıştırma
- Doğrusal olmayan sinyal işleme
- Doğrusal olmayan sistem modelleme
- Vektör sayısallaştırması
- Optimizasyon
- Zeki ve doğrusal olmayan kontrol (Yılmaz 2012).

2.8.2.1 Yapay Sinir Ağlarının Harita Mühendisliği Alanındaki Uygulamaları

YSA'nın özellikle, doğrusal olmayan, gürültü bulunduran ve karmaşık verilerin bulunduğu problemlere kolay uygulanabilir olması ve alternatif çözümler üretmesi ile diğer mühendislik alanlarında olduğu gibi Harita Mühendisliği uygulamalarında da araştırmacılar tarafından tercih edilmektedir. Harita Mühendisliği alanlarından;

- Jeoid tespiti (Güllü vd. 2011b)
- Deformasyon analizi (Neuner 2010)
- Yer dönüklük parametrelerinin kestirimi (Liao *et al.* 2012)
- Uyuşumsuz ölçülerin tespiti (Güllü and Yılmaz 2010)
- Jeodezik ağlarda hız alanının modellenmesi (Güllü vd. 2011a)
- Datum transformasyonu ve koordinat dönüşümü (Güllü vd. 2011c, Yılmaz ve Güllü 2011)
- GPS tam sayı belirsizliği çözümü (Lei *et al.* 2010)
- Fotogrametrik veya uzaktan algılama verilerinin yorumlanması (Kavzoğlu 2009)
- Tarihi haritaların konumlandırılması ve ölçeklendirilmesi (Yılmaz and Güllü 2010)
- Sayısal arazi modeli uygulamaları (Bandara *et al*. 2011)
- Uzaktan algılama görüntülerinin sınıflandırması ve onarımı (Han *et al*. 2011, Yılmaz 2012)

- Coğrafi bilgi sistemi uygulamaları (Junjie *et al.* 2010)
- Taşınmaz mal değerlemesi (Peterson and Flanagan 2009)

Problemlerinde YSA uygulaması ile güncel, etkin ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

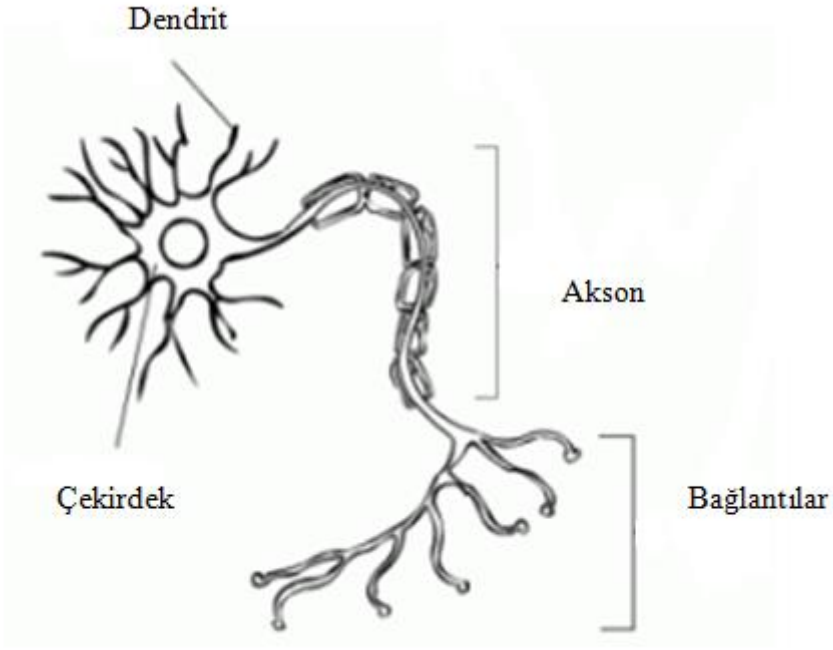
2.8.3 Yapay Sinir Ağlarının Temel Yapı Elemanı

YSA'nın temel yapı elemanları olan birim yapay nöronlardır. Bu temel yapı elemanları gerçekteki çalışmalar, yani biyolojik olarak var olan nöronların bilgi işleme yeteneklerinin modellenmesine yönelik çalışmalar neticesinde ortaya çıkmıştır. Bu sebeple biyolojik nöronların yapılarının ve sistematik işleyişlerinin kavranması ve tanımlanması, yapay nöron işlemleri için oluşturulacak olan benzerlik boyutu ve sınırlarının görülebilmesi yönünden oldukça önemlidir.

2.8.3.1 Biyolojik Nöron

Biyolojik sinir sistemi; merkezinde, sürekli olarak duyu organlarından bilgi almakta ve alınan bu bilgiyi yorumlamakta ve uygun karar üretebilecek yapıdaki beynin (merkezi sinir ağı) bulunduğu, beyin tarafından kontrol edilmekte olan alıcı ve tepki sinirlerinin toplamındaki sistem yapısı olarak değerlendirilmektedir. Bu merkezi sinir ağı yapısındaki bilgi çeşitliliği, alıcı-tepki sinirlerince ileri ve geri besleme yönünde değerlendirilerek uygun bir tepki oluşturmaktadır. Alıcı sinirlerce çevreden algılanan uyarılar yani girdiler beyne bilgi iletimindeki elektriksel birer sinyal şeklinde çıkmaktadır. Tepki sinirlerinde ise durum üretilen elektriksel sinyallere uyarlı birer tepki yani çıktılar şeklindedir (Yılmaz 2012).

Biyolojik sinir sisteminin temel fonksiyonel birimi biyolojik nöronlardır. Çevreden aldıkları hücresel bilgileri işleyiş ve iletebilme kabiliyetleriyle donatılmıştır. Bu biyolojik nöronlar (Arbib 2003), Şekil 2.12'de görüldüğü gibi, temelde dört adet birimden oluşmaktadır. Bu birimler Dendrit, akson, çekirdek ve bağlantılardır.



Şekil 2.12 Biyolojik nöron yapısı (İnt.Kyn.10).

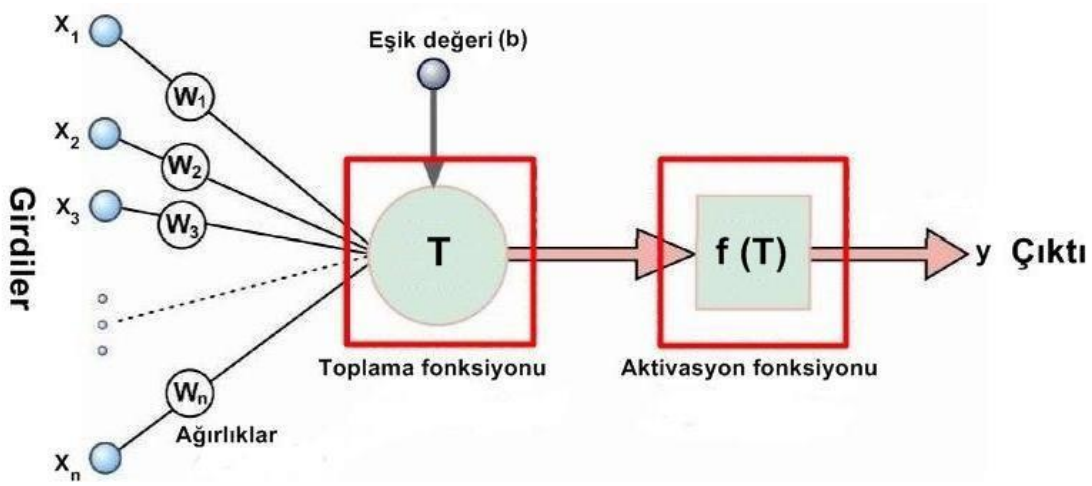
İnsanlar beyinlerinde yaklaşık olarak 10^{10} (10 milyar) tane nöron barındırır. Bu nöronların her biri yaklaşık olarak 10 000 diğer nöronla sinyal akışı sağlayan $6x10^{13}$ (60 trilyon)'dan fazlaca bağlantı içerisinde bulunur (Yeung *et al.* 2010).

Nöronların gerek yapıları gerekse işleyişleri bakımından bu derece etkin ve karmaşık şekilde olmalarına rağmen biyolojik bir nöronun tepki hızı, günümüzdeki bilgisayar sistemlerine oranla nöronların paralel yapılarından ötürü bilginin daha çabuk işlenmesi ve aynı anda birden fazla karar verilmesi nedeni ile, insan beyni bakımından duyusal verileri çok daha hızlı bir şekilde değerlendirme yetisine sahiptir (Yılmaz 2012).

2.8.3.2 Yapay Nöron

YSA'nın çalışmasında temel eleman; yapay nöron (nöron) olarak adlandırılan bilgi işleme birimidir. YSA, nöronlar arasında bağlantılar oluşturarak ve katmanlar halinde gruplandırma yapılarak oluşturulan bir sistemdir. Geliştirilen çok sayıdaki nöron modellemelerinde farklılıklar bulunmaktadır.

Genel olarak ise bir nöron yapısı; Şekil 2.13'de gösterildiği gibi, girdiler (x_i), ağırlıklar (w_i), eşik değeri (b), toplama fonksiyonu (T), aktivasyon fonksiyonu (f) ve çıktı (y) olaraktan altı adet temel bileşenden oluşmaktadır (Yılmaz 2012).



Şekil 2.13 Yapay nöron bileşenleri (Kaftan 2010).

Girdiler: Bir nörona dıştan veya diğer nöronlardan gelen, YSA tarafından öğrenilmesi istenen bilgileri kapsamayan bileşendir.

Ağırlıklar: Nöron tarafından algılanan bilginin önemini ve nöron üzerindeki etkilerini gösteren bağlantı yapılarıdır. Girdi değerleri, ağırlık değerleri ile çarpılarak diğer nörona gönderilmektedir. Eğer ki ağırlık değerinin sıfır olması söz konusu ise, herhangi bir etkinin bulunmadığı, artı ve eksi bir değer olması durumu ise etkilerin pozitif veya negatif olmalarının göstergesidir.

Eşik değeri: YSA'nın veya nöronun, çıktı değerlerinin sıfır sonucunu verme durumlarını engellemek için kullanılmakta olan değerlerdir.

Toplama fonksiyonu: Nöronlara gelen ağırlıklandırılmış şekildeki net girdilerin hesaplanmalarını sağlayan fonksiyonlardır. YSA'nın yapısına göre toplama fonksiyonu olarak, kendi ağırlığı ile çarpılmış girdi değerlerinin; toplamları, ortalamaları, en büyük ve en küçük veya mod değeri tercih edilebilir. En yaygın olarak kullanılan ise ağırlıklı toplamdır (Beale *et al.* 2010).

$$T=\sum_{i=1}^{n} x_i w_i + b \qquad (2.1)$$

Burada n nörona gelen toplam girdi sayısını ifade etmektedir. Toplama fonksiyonunun belirlenmesine ilişkin olarak herhangi bir probleme uygulanacak olan kesin bir yöntem bulunmamaktadır. Bu yüzden çoğunlukla deneme-yanılma adı verilen bir yöntem kullanılır. YSA' da ki nöronlara ilişkin olarak ise, bulunan nöronların hepsi aynı toplama fonksiyonuna sahip olacağı gibi farklı toplama fonksiyonlarına da sahip olabilirler (Öztemel 2006).

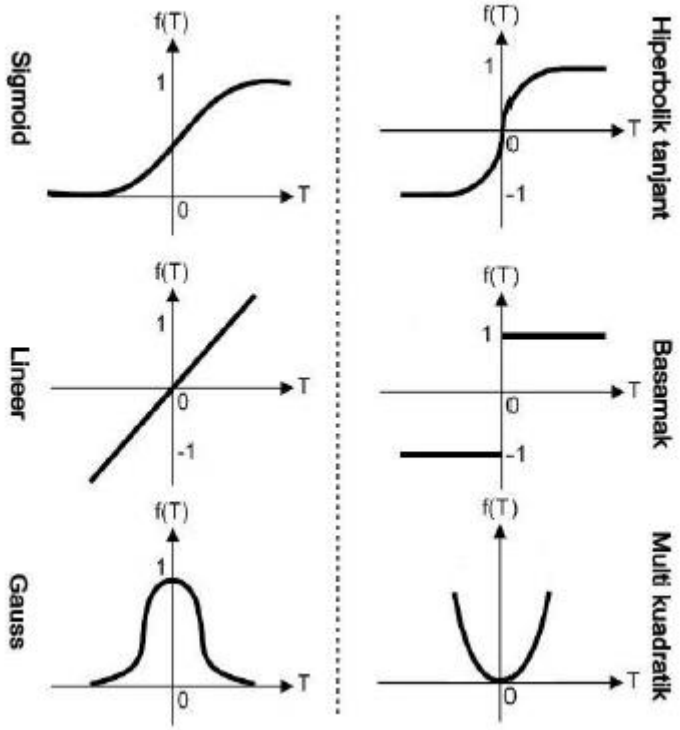
Aktivasyon fonksiyonu: YSA'nın temel hesaplama işlemlerinin yapılmasına olanak sağlayan bileşendir. Nörona gelmiş olan net girdiye karşılık üretilecek olan çıktının hesaplanmasını sağlayan fonksiyondur. Bu fonksiyonun görevi, hem çıktıları [-1, 1], [0, 1] şeklinde belirli değerler arasında tutmak aynı zamanda sürekli bir fonksiyon oluşumuna olanak sağlamaktır (Yılmaz 2012).

Aktivasyon işlemlerinde birçok fonksiyon kullanılabilmekte olup kesin bir kurala bağlı kalma gibi bir durum bulunmamaktadır (Öztemel 2006).

Problemlerin yapılarına göre belirlenmekte olan aktivasyon fonksiyonları, deneme-yanılma metodu kullanılarak etkin bir şekilde belirlenebilmektedir. YSA uygulamasında yaygın olarak kullanılmakta olan; sigmoid, hiperbolik tanjant, lineer, basamak, Gauss ve multi kuadratik aktivasyon fonksiyonlarının (Graupe 2007, Patan 2008, Beale et al. 2010) matematiksel yapıları Çizelge 2.1'de ve aktivasyon fonksiyonlarına ilişkin grafikler ise Şekil 2.14'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Aktivasyon fonksiyonlarının matematiksel yapıları.

Aktivasyon Fonksiyon	**Matematiksel Yapı**
Sigmoid	$f(T) = 1/(1+e^{-T})$
Hiperbolik tanjant	$f(T) = (e^{T}+e^{-T})/(e^{T}-e^{-T})$
Lineer	$f(T) = T$
Basamak	$f(T) = 1 \Rightarrow T \geq 0; -1\ T \Rightarrow < 0$
Gauss	$f(T) = e^{-\left[(T-c)^2/\sigma^2\right]}$
Multi kuadratik	$f(T) = \sqrt{r^2+(T-c)^2}/r$



Şekil 2.14 Aktivasyon fonksiyonlarının grafikleri (Yılmaz 2012).

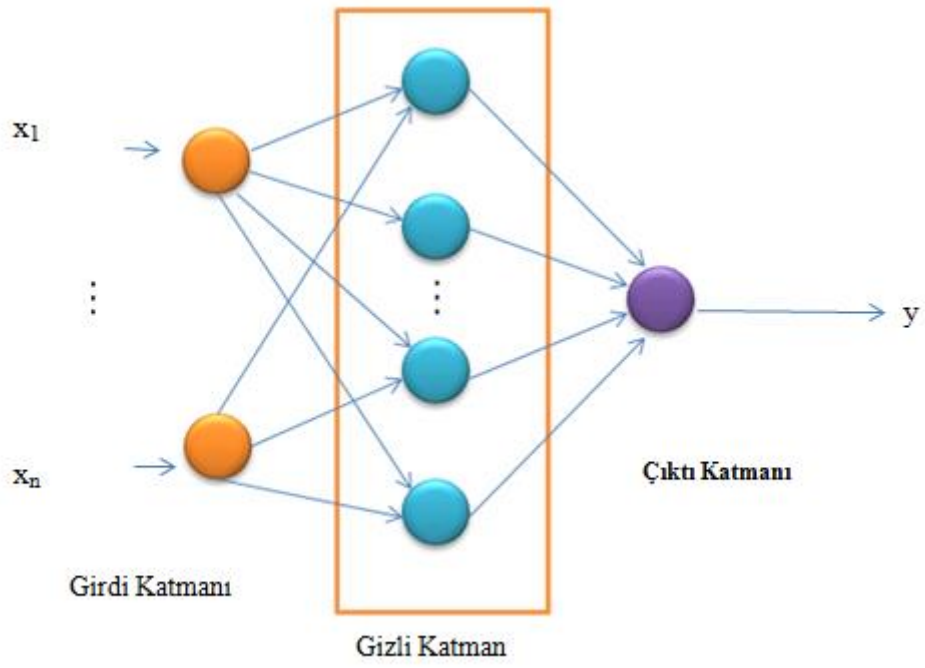
Çıktı: Aktivasyon fonksiyonlarınca hesaplanmış olan y= f(T) değerleri, nörona ait olan çıktı değeridir. YSA'nın yapısına göre çıktı değerlerinin başka nöronlara girdi ya da bir dış bağlantıya sonuç olarak gönderilebilmesi durumu vardır (Yılmaz 2012).

YSA'lar, yukarıda bulunan temel bileşenleri verilmiş olan nöronlardan oluşur. Nöron tasarımları (aktivasyon ve toplama fonksiyonlarının belirlenmesi) YSA

şekillenmesindeki ilk adımdır. İkinci adım ise, nöronların gruplandırılmaları ve aralarındaki bağıntıların oluşturulmasını kapsamaktadır (Yılmaz 2012).

2.8.4 Yapay Sinir Ağlarının Yapısı

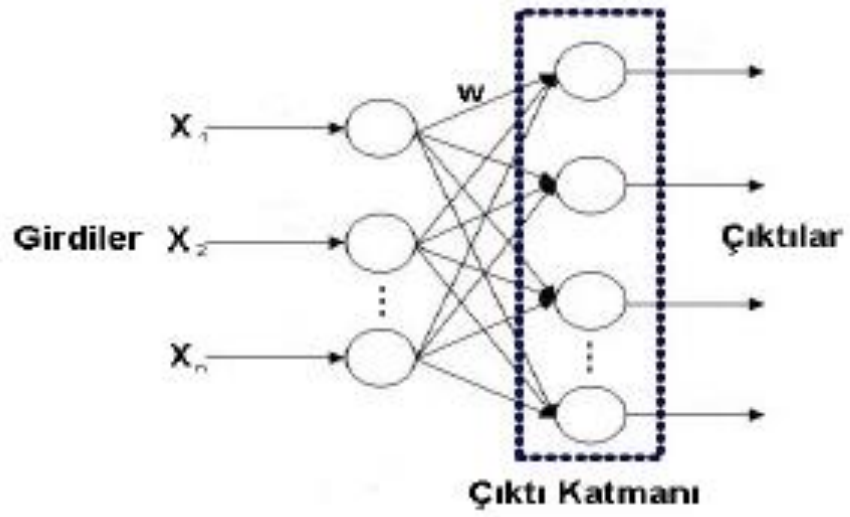
Nöronlara ilişkin olarak yapılandırılacak olan gruplandırma işlemi belirli katmanlar halinde yapılmaktadırlar. Katmanlar halindeki bu işlemde katmanlar birbirleri ile ilişki halindedirler. YSA'nın genel bir yapısı olarak verilmiş olan Şekil 2.15'de bazı nöronlar çıktıları iletme ile görevlendirilmişlerdir, bazıları ise girdileri almak için dış çevre ile bağlantı durumundadır. Bu nöronlar dışında kalan tüm nöronlar ise gizli katman adı verilen bölümde gruplandırılmışlardır. Bu nöronlar dış çevre ile alakalı olmayıp, yalnızca gizli katmanda yer almaktadırlar.



Şekil 2.15 Çok katmanlı yapay sinir ağlarında genel yapı.

Şekilsel olarak modellemeye sunulan YSA'da amaç, nöronları birçok yığın şeklinde sunmak yerine katmanlar biçiminde gruplandırarak, bu katmanlar arasında belirli bir bağlantı oluşturabilmektir. İlk YSA uygulamaları gizli katmanı barındırmayan sadece

girdi ve çıktı katmanlarından oluşan yapılar şeklindedir. Girdi katmanına ait olan nöronlar herhangi bir işleme tabi tutulmadan yalnızca aktarılma amacında olup, katman sayısına dahil edilmemektedirler (Yılmaz 2012). Bu sebepledir ki bu şekildeki yapılara tek katmanlı YSA adı verilmektedir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16 Tek katmanlı yapay sinir ağı yapısı (Yılmaz 2012).

Günümüzde tercih edilen yapı ise, çok katmanlı YSA yapıları olmuştur. Bunun nedeni tek katmanlı YSA yapılarında girdi katmanlarının ayrılamaması ve dağılımların belirlenememesi nedeninden kaynaklanmaktadır (Yılmaz 2012).

- **Girdi katmanı:** Gelen bilgilerin herhangi bir işleme tabi tutulmadan iletildiği katmana verilen isimdir. Bu katmanda nöron sayıları YSA'ya sunulan veri sayıları ile eşit sayıdadır.
- **Gizli katman:** Gizli katmanınca aktarılan bilgileri aktivasyon fonksiyonu ile işleyerek çıktı katmanına aktaran katmana verilen isimdir. Çok katmanlı YSA yapılarında ise, gizli katmanları birden fazla yapılabilmektedir**.**
- **Çıktı katmanı:** Gizli katmanından aktarılan bilginin işlendiği kısma verilen isimdir. Aynı zamanda bu katman bilgiyi işledikten sonra dış çevreye aktarma ile görevlidir.

YSA'nın temel işleyiş şekli, bir bilgiyi alıp işleyip katmanlar şeklinde gruplandırarak nöronları aracılığıyla çıktı haline çevirebilmedir.

2.8.5 Jeodezik Koordinat Dönüşümünde Yapay Sinir Ağı Yöntemleri

YSA mekansal değişkenlere ilişkin verilerde, çalışma alanı örnekleri bulunmayan bir noktanın değerinde ve örneklenmiş noktaların bilinen değerler yardımı ile hesaplanmalarında mekansal kestirime uygulama olanağı eklemiştir. Bu tür farklılıklar uygulama alanlarında da, farklı YSA yöntemlerinin araştırılmasını konu edindirmiştir. Bu kapsamda çeşitli sorunlara ilişkin farklı YSA yöntemleri mevcuttur.

Bunlar:

- Geri yayılımlı yapay sinir ağı
- Radyal bazlı fonksiyon sinir ağı

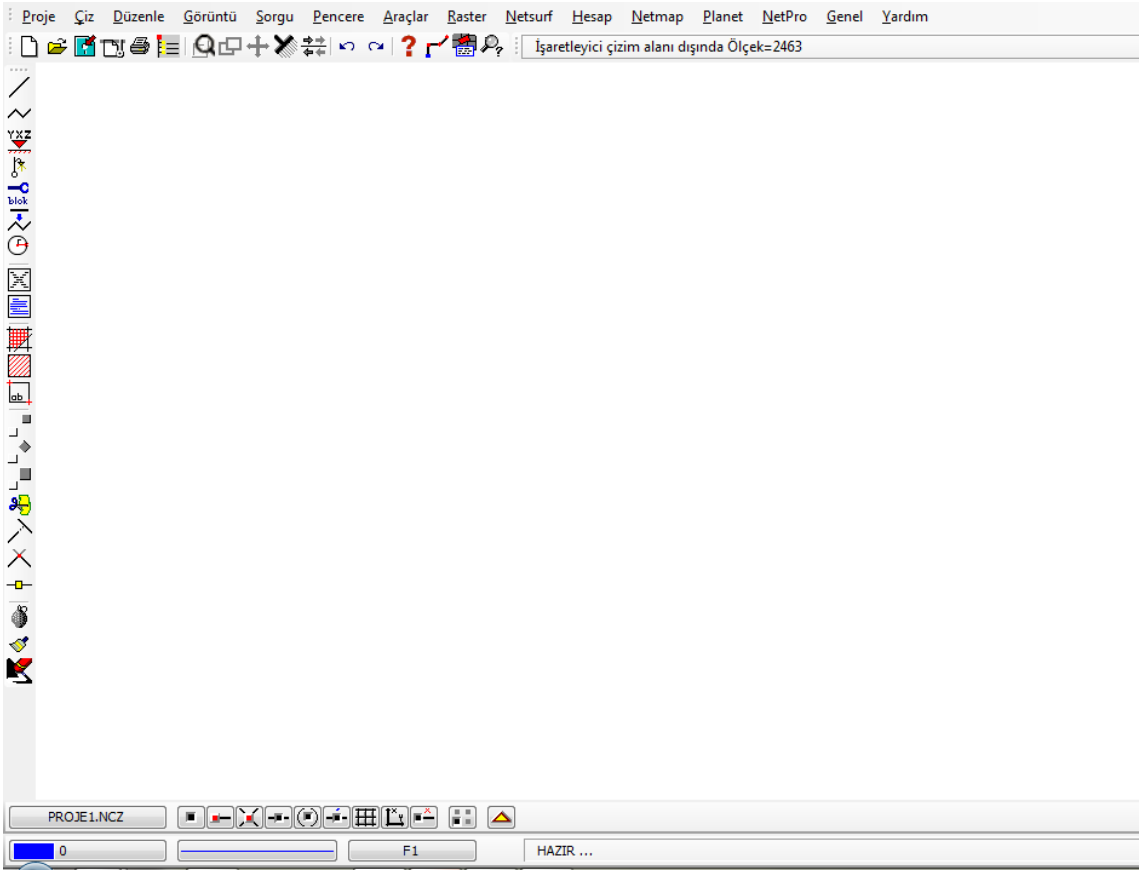
şeklindedir.

3. MATERYAL METOD

3.1 Kullanılan Yazılım

CAD (Computer Aided Design) yazılımları tasarımcının verimliliğinin artırılması, tasarımın kalitesinde geliştirilme imkanı sağlaması, üretim içi veri tabanı oluşturma imkanı tanıması, projelerde çözümleme ve uyarlama sağlaması, tasarımı yapılan uygulamanın değerlendirilmesi, verilerin test edilmesi, projelendirme çalışmalarındaki mühendislik çizimlerinin hazırlanması ve aşamaları gibi birçok alanda kullanım imkanı sağladığından tercih edilmektedir.

Bu tez çalışmasında yararlanılacak olan CAD yazılımı NetCAD programıdır. NetCAD programı gerek arayüz kullanımı olarak gerekse çeşitli konumsal analizlerde oldukça kolay bir yazılım olması açısından tercih edilmiştir. Modüler bir yapıya sahip olan NetCAD (Şekil 3.1), çeşitli harita, inşaat, mimarlık alanları ve tasarım/çizim gereksinimlerinde mühendisler tarafından tercih edilebilecek özelliklere sahip CAD fonksiyonlu bir yazılım olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 3.1 Netcad ana ekranı.

3.2 Sayısallaştırma

Çeşitli altlık üzerindeki koordinatları üretilmemiş veya sayısal verilerin pafta ve benzeri bilgilerden faydalanılarak ölçeklendirilip bilgisayar ortamına tarayıcılar aracılığıyla aktarılıp, çeşitli programlar yardımı ile verilerin sayısal hale getirilmesi işlemine verilen isimdir.

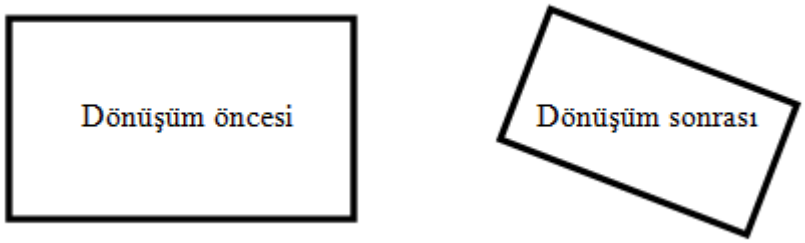
3.3 Uygulama Yöntemleri

3.3.1 İki Boyutlu Benzerlik Dönüşüm Yöntemi

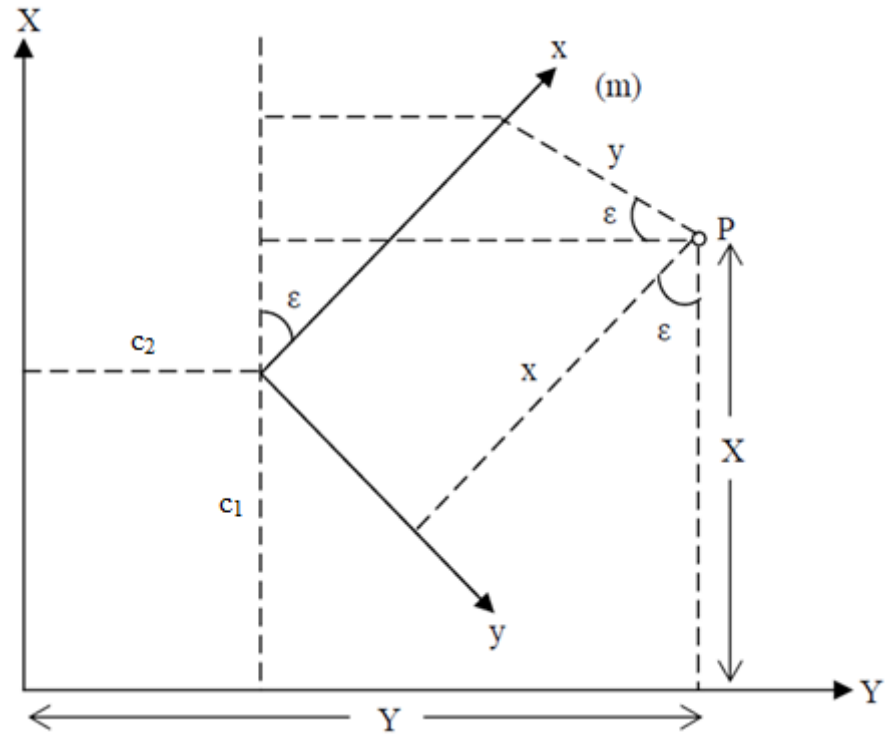
Benzerlik dönüşümü sonrası oluşan şekil, benzerlik öncesindeki şekil ile geometrik açıdan benzerdir. Belirli bir geometrik biçime sahip olan şekillerin dönüşümlerinde alansal değişimlerin oranları da aynı oranlarda değişime uğrar. Bunun esas nedeni bu

dönüşümde ki tek ölçek faktörü bulunmasındandır. Bu dönüşümde asıl istenilen, şekilsel bozulmaların önlenmesinin gerektiği işlemlerde bu yöntemin kullanılarak bozulmaların önüne geçilmesidir.

Benzerlik dönüşümünde geometrik olarak verilmiş olan şekil dönüşümden sonrada benzer şekilde geometrisini korumaktadır (Şekil 3.2). X-Y eksenlerinde dönüşüm öncesi başlangıca göre eksenlerde ötelemeler yapılmış, eksenler döndürülmüş ve sabit bir ölçek katsayısı ile çarpımı yapılarak yeni şekil elde edilerek dönüşüm sağlanmıştır (Subaşı 2014).



Şekil 3.2 Benzerlik dönüşümü öncesindeki ve sonrası oluşan şekil.



Şekil 3.3 Dönüşüm yapılacak iki dik koordinat sistemi görünümü.

Şekil 3.3' de gösterilen sembol gösterimlerine ilişkin bilgiler şu şekildedir;

x, y : 1. Sistemin koordinatları
X,Y : 2. Sistemin koordinatları
ε : İki koordinata ait aradaki dönüklük açısı
c_1, c_2 : Öteleme parametreleri
m : Ölçek faktörü

şeklindedir. Şekil 3.3 de gösterilen iki dik koordinat sisteminin beraberinde bulunan P noktasına ilişkin iki sistemdeki koordinatları çizimlendirilmiştir. P noktasına ilişkin koordinatlar arasındaki eşitlikler için,

$$\begin{aligned} X &= x.\mathrm{m}.\cos\varepsilon - \mathrm{y}.m.\sin\varepsilon + \mathrm{c}_1 \\ Y &= x.m.\sin\varepsilon + \mathrm{y}.\mathrm{m}.\cos\varepsilon + c_2 \end{aligned} \qquad (3.1)$$

şeklinde formül söz konusudur.

Ayrıca işlemler için,

$$\begin{aligned} a &= m.\cos\varepsilon \\ b &= m.\sin\varepsilon \end{aligned} \tag{3.2}$$

şeklinde bir yol izlenirse, benzerlik dönüşümü için söz konusu eşitlikler şu şekildedir;

$$\begin{aligned} X &= a.x - b.y + c_1 \\ Y &= a.y + b.x + c_2 \end{aligned} \tag{3.3}$$

şeklinde olur. Burada eşitlikte gösterilen a,b,c_1,c_2 katsayıları ile ifade edilmekte olan değerler dönüşüm parametreleridir. Dönüşüm formüllerinde verilmiş olan ölçek katsayısı ve iki dik koordinat arasındaki bağımlı konumdaki dönüklük parametreleri olan m ve ε değerlerinin parametreler cinsinden ifadesi ise,

$$\begin{aligned} m &= \sqrt{a^2 + b^2} \\ \tan\varepsilon &= \frac{a}{b} \end{aligned} \tag{3.4}$$

şeklindedir (Mikhail ve Weerawong 1997, Tanık 2003, Başçiftçi 2008).

Burada söz konusu ölçek katsayısı ve dönüklük parametrelerinin hesaplanması formül (3.2)'den faydalanılarak şu şekilde bulunmuştur;

$$\begin{aligned} a^2 + b^2 &= m^2 \cos^2_\varepsilon + m^2 \sin^2_\varepsilon \\ a^2 + b^2 &= m^2(\cos^2_\varepsilon + \sin^2_\varepsilon) \\ (\cos^2_\varepsilon + \sin^2_\varepsilon) &= 1 \\ m^2 &= a^2 + b^2 \end{aligned} \tag{3.5}$$

Şeklinde ölçek katsayısına ulaşılmıştır. Dönüklük parametresi için ise;

$$\frac{b}{\mathrm{a}} = \frac{m.\sin\varepsilon}{m.\cos\varepsilon}$$

$$\tan\varepsilon = \frac{b}{\mathrm{a}} \tag{3.6}$$

$$\varepsilon = \arctan\frac{b}{\mathrm{a}}$$

hesaplamaları uygulanmıştır.

İki boyutlu benzerlik dönüşümü için toplam dört tane parametre bulunmaktadır. Bu parametreler 1 ölçek, 1 dönüklük, 2 öteleme parametreleridir. Bu parametrelerim çözümlenebilmeleri için iki sisteme ait olan ortak en az iki noktaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ortak noktalar ikiden fazla ise eğer en küçük kareler yöntemi ile hesaplama yoluna gidilir. Ortak nokta sayısının üç ve üçten fazla olması durumunda ise, (3.3) eşitliğinde verilen hesaplamalar ile nokta sayılarının iki katına tekabül düzeltme denklemleri ile işlem yapılır (Yaşayan 1978, Başçiftçi 2008).

Buradan hareketle bilinmeyenler fonksiyonları için ölçülere getirilecek düzeltmeler söz konusudur. O halde;

Bilinmeyen Fonksiyonu= Ölçü + Düzeltme

$$\begin{aligned}
&\mathrm{a}x_1 - by_1 + c_1 = X_1 + V_{X_1}\\
&\mathrm{a}y_1 + bx_1 + c_2 = Y_1 + V_{Y_1}\\
&\ldots\\
&\ldots\\
&\mathrm{a}x_n - by_n + c_1 = X_n + V_{X_n}\\
&\mathrm{a}y_n + bx_n + c_2 = Y_n + V_{Y_n}
\end{aligned} \tag{3.7}$$

$$A=\begin{bmatrix} x_1 & -y_1 & 1 & 0 \\ y_1 & x_1 & 0 & 1 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_n & -y_n & 1 & 0 \\ y_n & x_n & 0 & 1 \end{bmatrix}, X=\begin{bmatrix} \mathrm{a} \\ b \\ c_1 \\ c_2 \end{bmatrix}, \mathrm{I}=\begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \cdots \\ \cdots \\ X_n \\ Y_n \end{bmatrix}, V=\begin{bmatrix} V_{X_1} \\ V_{Y_1} \\ \cdots \\ \cdots \\ V_{X_n} \\ V_{Y_n} \end{bmatrix} \qquad (3.8)$$

X bilinmeyenler matrisi için;

$N = A^T PA,$
$n = A^T PI$

olaraktan bilinmeyenler matrisi şu şekilde bulunmaktadır;

$$X = N^{-1}n \qquad (3.9)$$

eşitliği ile bulunmaktadır (Turgut ve İnal 2003).

Bilinmeyenler hesabından sonra ise düzeltmelerin hesabı işlemlerine geçilir. Eşitlik (3.8) ve Eşitlik (3.9)'dan faydalanılarak;

$$V = AX - I \qquad (3.10)$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlikte bulunmuş olan düzeltme değeri ortak nokta koordinatlarına getirilmesi gereken düzeltmelerdir. V değerinin fonksiyonel modeli şu şekildedir;

$$V = \begin{bmatrix} V_{X_1} \\ V_{Y_1} \\ \dots \\ \dots \\ V_{X_n} \\ V_{Y_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & -y_1 & 1 & 0 \\ y_1 & x_1 & 0 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & -y_n & 1 & 0 \\ y_n & x_n & 0 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} \mathrm{a} \\ b \\ c_1 \\ c_2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \dots \\ \dots \\ X_n \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \text{Fonksiyonel model} \qquad (3.11)$$

bu şekilde düzeltmeler hesaplamalara uygulanmaktadır.

Dengeli ölçüler için söz konusu olan düzeltmelerin ölçülere eklenmeleri ve yapılmış olan bu hesaplamalar için denklemlerdeki ilk düzeltmelerde, yerlerinde koşulu sağlayıp sağlamadıklarına ilişkin denetlemeye gidilir.

$$\begin{bmatrix} X_1 & + & V_{X_1} \\ Y_1 & + & V_{Y_1} \\ & \dots & \\ & \dots & \\ X_n & + & V_{X_n} \\ Y_n & + & V_{Y_n} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x_1 & -y_1 & 1 & 0 \\ y_1 & x_1 & 0 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & -y_n & 1 & 0 \\ y_n & x_n & 0 & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} \mathrm{a} \\ b \\ c_1 \\ c_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ . \\ . \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad (3.12)$$

Ortak nokta koordinatlarına ilişkin getirilmesi gereken düzeltmeler hesaplanmış olup, dolaylı ölçüler dengelemesi için söz konusu olan birim ölçünün ortalama hatası ve x, y koordinatlarında ortak noktalar için ortalama hata hesabı;

$$m_0 = m_x = m_y = \pm\sqrt{\frac{\left[V_x^2 + V_y^2\right]}{2n-4}} \qquad (3.13)$$

şeklinde hesaplanır. Ayrıca P noktasına ait konum hatası hesabı ise;

$$m_P = \pm m_0\sqrt{2} = \pm\sqrt{\frac{\left[V_x^2 + V_y^2\right]}{n-2}} \qquad (3.14)$$

formülü ile hesaplanmaktadır.

Bu hesaplamaların devamında ise bilinmeyenlerin ortalama hatalarına ilişkin ağırlık katsayıları matris formülü şu şekildedir;

$$\underline{Q}_{\mathrm{aa}} = (A^T PA)^{-1} = \begin{bmatrix} q_{\mathrm{aa}} & q_{\mathrm{ab}} & q_{\mathrm{ac}_1} & q_{\mathrm{ac}_2} \\ q_{\mathrm{ba}} & q_{\mathrm{bb}} & q_{\mathrm{bc}_1} & q_{\mathrm{bc}_2} \\ q_{\mathrm{c}_1\mathrm{a}} & q_{\mathrm{c}_1\mathrm{b}} & q_{\mathrm{c}_1\mathrm{c}_1} & q_{\mathrm{c}_1\mathrm{c}_2} \\ q_{\mathrm{c}_2\mathrm{a}} & q_{\mathrm{c}_2\mathrm{b}} & q_{\mathrm{c}_2\mathrm{c}_1} & q_{\mathrm{c}_2\mathrm{c}_2} \end{bmatrix} \tag{3.15}$$

Bilinmeyenler için ortalama hatalar ise şu şekilde olup;

$$\begin{aligned} m_{\mathrm{a}} &= \pm m_0 \sqrt{q_{\mathrm{aa}}} \\ m_b &= \pm m_0 \sqrt{q_{bb}} \\ m_{c_1} &= \pm m_0 \sqrt{q_{c_1c_1}} \\ m_{c_2} &= \pm m_0 \sqrt{q_{c_2c_2}} \end{aligned} \tag{3.16}$$

ile bulunmaktadır.

Eğer ki dönüşüme ilişkin koordinatlarda duyarlılıklar bilinmekte ise (m_x,m_y), sistemlere ait koordinatlar belirli hataları kapsadığından (3.3) eşitliği ile;

$$\begin{aligned} F(x, y, X, Y) &= \mathrm{a}(\mathrm{x} + \mathrm{V}_x) - b(y + V_y) + c_1 - (X + V_X) \\ G(x, y, X, Y) &= b(x + V_x) + \mathrm{a}(\mathrm{y} + \mathrm{V}_y) + c_2 - (Y + V_Y) \end{aligned} \tag{3.17}$$

ifadesinde yazılabilir. Ayrıca değişkenlere kısmi türev uygulanması hesabı ise eşitlikleri lineer hale getirmek içindir.

$$\begin{aligned}
&\frac{\partial F}{\partial x} = \mathrm{a}\frac{\partial F}{\partial y} = -b\frac{\partial F}{\partial X} = -1 \\
&\frac{\partial F}{\partial \mathrm{a}} = x\frac{\partial F}{\partial b} = -y\frac{\partial F}{\partial c_1} = 1 \\
&\frac{\partial G}{\partial x} = b\frac{\partial G}{\partial y} = \mathrm{a}\frac{\partial G}{\partial Y} = -1 \\
&\frac{\partial G}{\partial \mathrm{a}} = y\frac{\partial G}{\partial b} = x\frac{\partial G}{\partial c_2} = 1
\end{aligned} \tag{3.18}$$

Eşitlik (3.16) ifade edilen kısmi türevler ile hesaplamalar yapılarak her bir noktadaki (3.15) eşitliği matris gösterim ifadesi şu şekildedir(Charles D. Vd. , 2006, Konakoğlu 2014):

$$\begin{bmatrix} \mathrm{a}_0 & -b_0 & -1 & 0 \\ b_0 & \mathrm{a}_0 & 0 & -1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_X \\ V_Y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x & -y & 1 & 0 \\ y & x & 0 & 1 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} d_{\mathrm{a}} \\ d_b \\ d_{c_1} \\ d_{c_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X - (\mathrm{a}_0 x - b_0 y + c_{1_0} \\ Y - (b_0 x + \mathrm{a}_0 y + c_{2_0} \end{bmatrix} \tag{3.19}$$

$B \qquad V \qquad A \qquad X \qquad K$

Çözüme giderken dönüşüm parametrelerinin bulunmasında konum duyarlılıkları hesaba katılmadan yaklaşık bir değerde hesaplama yapılır. Dönüşüm sonucunda ise bulunmuş olan parametreler *B, P, K* matrislerinde kullanılmaktadır. Devamında ağırlık katsayıları matrisi (*Q*)için ise;

$$Q = \frac{1}{\sigma_0^2}\begin{bmatrix} \sigma_{x_1}^2 & & & & & \\ & \sigma_{y_1}^2 & & & & \\ & & \sigma_{x_1}^2 & & & \\ & & & \sigma_{y_1}^2 & & \\ & & & & \ddots & \\ & & & & & \ddots \end{bmatrix} \tag{3.20}$$

ve ağırlık matrisi (*P*), bilinmeyenler vektörü olan (*X*) ve de düzeltme vektörü (*V*)

aşağıdaki eşitlikler ile bulunmaktadır;

$$\begin{aligned} P &= (BQB^T)^{-1} \\ X &= (A^T PA)^{-1} A^T PK \\ V &= AX - K \end{aligned} \tag{3.21}$$

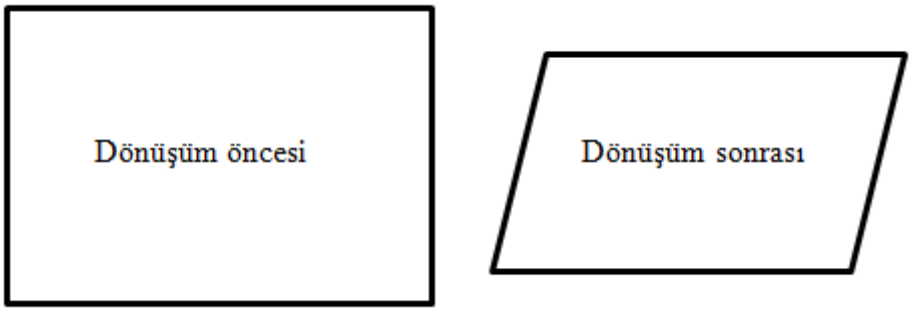
şeklinde ki ifadeler ile hesaplanmaktadır.

1. iterasyon ile elde edilmiş olan B, P, K parametreleri hesaplanılan iterasyonlardan sonucu ta ki arada fark görülmeyene kadar devam ettirilir (Turgut ve İnal 2003, Konakoğlu 2014).

3.3.2 İki Boyutlu Afin Dönüşüm Yöntemi

Benzerlik dönüşümünde iki koordinat ekseni birbirlerine dik ve de ortak bir ölçeğe sahipken Afin dönüşümünde durum farklıdır. Söz konusu işlemler için düzlem koordinatlarının dönüşümlerinde benzerlik dönüşümü oldukça elverişlidir. Fakat fotogrametri ve kartografya için benzerlik dönüşümünden farklı dönüşüm yöntemleri tercih etmek daha doğru sonuçlar doğurmaktadır. Bunun temel nedeni ise, kağıt veya buna benzer maddelerin deformasyona uğramaları ve bu deformasyonlar sonrasında ise, sistemlerdeki eksenlere ilişkin bozulmalardaki değişimlerin aynı oranda gerçekleşmemesidir. Bu şekilde gerçekleşen durumlar için Afin dönüşüm yöntemi tercih edilmektedir.

Afin dönüşüm yöntemi için seçilen iki sistem arası ölçek katsayıları birbirlerinden farklı olmakta ve hesaplanan dönüşüm sonrası koordinatlar ile bulunmuş olan açı, kenar, semt değerleri, eski koordinatlara oranla oldukça farklıdır. Kısaca bahsedilirse, ötelenmiş ve belirli bir miktar dönüklüğe sahip X, Y boyutlarında birbirinden farklı ölçek katsayıları ile çarpımları sonucu yeni koordinatların elde edilmeleridir (Tanık 2003, Subaşı 2014).



Şekil 3.4 Afin dönüşümü öncesindeki ve sonrasında oluşan şekil.

Afin dönüşüm yönteminde belli başlı özellikler mevcuttur. Bu özellikler şu şekildedir;

- Doğrularda söz konusu durum dönüşüm sonrası da yine doğru olmalarıdır. Herhangi bir doğruda bulunmayan üç noktanın dönüşüm sonrası da doğrularda bulunması söz konusu değildir. Bu da doğrudaşlık özelliği ile açıklanmaktadır.

- Paralel olan doğrular için dönüşüm sonrası da paralellik devam etmektedir. Kesişen doğrularda da yine dönüşüm sonrası kesişim söz konusudur. Bu durum paralellik özelliği ile açıklanmaktadır.
- Bir doğru üzerindeki iki doğru parçası oranı için ise söz konusu durum dönüşüm sonrasında da aynı oranda kalmaktadır. Bu durum ise bölme oranı özelliğindendir.
- Afin dönüşümü özelliklerinin başlıca bir özelliği ise açıları kapsamaktadır. Açılar dönüşüm sonrası değişime uğramaktadır bu yöntemde.
- Ölçek için söz konusu olan durum belirli bir yönde değişime uğramamasıdır. Ancak uzunluklarda yöne bağlı olarak değişim söz konusudur.
- Alanlardaki değişimler belirli oranlarda değişmektedir. Bu sabit belirli oran değişimi dönüşüm matrisinin determinantına eşittir.
- Kare, dikdörtgen ve benzeri geometrik şekiller dönüşüm sonrasında paralelkenar oluşturmaktadır (Tanık 2003, Subaşı 2014).

Afin dönüşümlerinde söz konusu x, y koordinat eksenleri yönünde altı parametre söz konusudur. Bu parametreler 2 ölçek faktörü, 2 öteleme ve 2 dönüklük parametreleridir. Bu parametrelerin çözümleri için her iki sisteme ait ortak koordinatları bilinen en az üç

noktaya ihtiyaç vardır. Ortak nokta sayısının üçten fazla olduğu durumlar için dönüşüm parametreleri en küçük kareler yöntemi ile dengeleme sonucu hesaplanır (Turgut ve İnal 2003, Subaşı 2014).

Afin dönüşümüne ait koordinatlar arası ilişki şu şekildedir;

$$\begin{aligned} X &= \mathrm{ax} + \mathrm{by} + \mathrm{c}_1 \\ Y &= cx + dy + c_2 \end{aligned} \tag{3.22}$$

şeklinde ifade edilir.

En küçük kareler yöntemi ile dengelemeli bir çözüme gidilirken (3.22) eşitliği yardımı ile nokta sayısına oranla iki kat kadar bir düzeltme denklemi yazılmaktadır.

$$A = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_n & y_n & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_n & y_n & 1 \end{bmatrix}; \mathrm{X} = \begin{bmatrix} \mathrm{a} \\ b \\ c_1 \\ c \\ d \\ c_2 \end{bmatrix}; L = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \cdots \\ \cdots \\ X_n \\ Y_n \end{bmatrix}; \mathrm{V} = \begin{bmatrix} V_{X_1} \\ V_{Y_1} \\ \cdots \\ \cdots \\ V_{X_n} \\ V_{Y_n} \end{bmatrix} \tag{3.23}$$

şeklinde eşitlikler oluşur.

Bilinmeyenler matrisinin hesabı ise;

N= A^TPA ve n=A^TPI olmak üzere;

$$X = N^{-1}n \tag{3.24}$$

şeklinde bulunur. Bu bilinmeyenlerin hesabından sonra ise;

$$V = AX - I \tag{3.25}$$

Eşitliğinden düzeltme değerleri elde edilir. Söz konusu ortak noktalara getirilecek düzeltmeler hesabının fonksiyonel modeli ise şu şekildedir;

$$V=\begin{bmatrix} V_{X_1} \\ V_{Y_1} \\ \dots \\ \dots \\ V_{X_n} \\ V_{Y_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & y_n & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_n & y_n & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} \mathrm{a} \\ b \\ c_1 \\ c \\ d \\ c_2 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ \dots \\ \dots \\ X_n \\ Y_n \end{bmatrix} \quad \text{Fonksiyonel Model} \qquad (3.26)$$

Bu şekilde her bir ortak noktaya getirilecek düzeltme değerleri hesaplandıktan sonra, dengeli ölçüler denetimi yapılacaktır. Dengeli ölçüler denetiminde ise;

$$\begin{bmatrix} X_1+V_{X_1} \\ Y_1+V_{Y_1} \\ \dots \\ \dots \\ X_n+V_{X_n} \\ Y_n+V_{Y_n} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x_1 & y_1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_1 & y_1 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n & y_n & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x_n & y_n & 1 \end{bmatrix} . \begin{bmatrix} \mathrm{a} \\ b \\ c_1 \\ c \\ d \\ c_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \dots \\ \dots \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad \text{.....(3.27)}$$

eşitliği söz konusudur.

Karesel ortalama hata hesabı için dolaylı ölçüler dengelemesinde, bir ölçüye veya bir koordinata ait değerlerin hata hesapları şu şekilde formülize edilir;

$$m_0 = m_x = m_y = \pm\sqrt{\frac{\left[V_x^2+V_y^2\right]}{2n-6}} \qquad (3.28)$$

ve bir P noktasına ait konum hatası;

$$m_p = \pm m_0\sqrt{2} = \pm\sqrt{\frac{\left[V_x^2 + V_y^2\right]}{n-3}} \tag{3.29}$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Bilinmeyenlere ilişkin ortalama hata değerleri için ise;

$$\begin{aligned} m_{\mathrm{a}} &= \pm m_0\sqrt{q_{\mathrm{aa}}} \\ m_b &= \pm m_0\sqrt{q_{bb}} \\ m_{c_1} &= \pm m_0\sqrt{q_{c_1c_1}} \\ m_c &= \pm m_0\sqrt{q_{cc}} \\ m_d &= \pm m_0\sqrt{q_{dd}} \\ m_{c_2} &= \pm m_0\sqrt{q_{c_2c_2}} \end{aligned} \tag{3.30}$$

eşitlikleri ile hesaplanmaktadır.

Koordinat duyarlılıkları (m_x, m_y) biliniyorsa noktalara ilişkin, dönüşümde kullanılacak sistem koordinatları belirli hataları da içermektedir. Eşitlik (3.22)'de ki eşitlikten;

$$\begin{aligned} F(x, y, X, Y) &= \mathrm{a}(\mathrm{x} + \mathrm{V}_x) + b(y + V_y) + c_1 + (X + V_X) \\ G(x, y, X, Y) &= c(x + V_x) + d(y + V_y) + c_2 + (Y + V_Y) \end{aligned} \tag{3.31}$$

şeklinde ifadesi gösterilir.

$$\begin{bmatrix} \mathrm{a}_0 & b_0 & 1 & 0 \\ b_0 & \mathrm{a}_0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_x \\ V_y \\ V_X \\ V_Y \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x & y & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & x & y & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} d_{\mathrm{a}} \\ d_b \\ d_{c_1} \\ d_c \\ d_d \\ d_{c_2} \end{bmatrix} \tag{3.32}$$

$$= \begin{bmatrix} X + (\mathrm{a}_0\, x + b_0 y + c_{1_0}) \\ Y + (\mathrm{c}_0\, x + d_0 y + c_{2_0}) \end{bmatrix}$$

şeklindedir.

Ağırlık katsayıları matrisi için ise;

$$Q = \frac{1}{\sigma_0^2}\begin{bmatrix} \sigma_{x_1}^2 & & & & \\ & \sigma_{y_1}^2 & & & \\ & & \sigma_{X_1}^2 & & \\ & & & \sigma_{Y_1}^2 & \\ & & & & \ddots \end{bmatrix} \tag{3.33}$$

Q hesabı bu şekildedir.

O halde ağırlık matrisi (P), bilinmeyenler vektörü olan (X) ve de düzeltme vektörü (V) aşağıdaki eşitlikler ile bulunmaktadır;

$$\begin{aligned} P &= (BQB^T)^{-1} \\ X &= (A^T PA)^{-1} A^T PK \\ V &= AX - K \end{aligned} \tag{3.34}$$

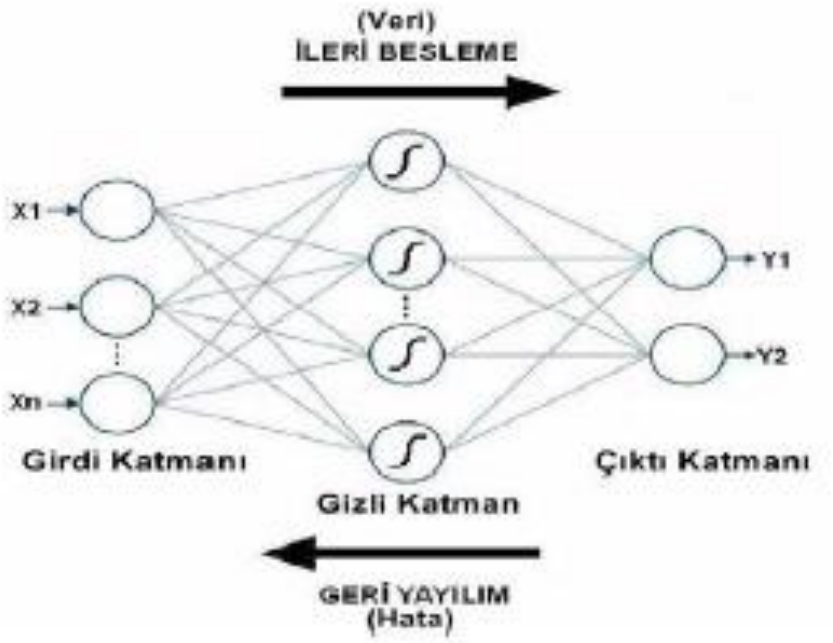
eşitlik formülleri yardımı ile de iterasyona gidilerek çözüme ulaşılır.

3.3.3 Geri Yayılımlı Yapay Sinir Ağı

Geri yayılımlı yapay sinir ağı (GYYSA) katmanlar arası tam bir bağıntı sağlayan çok katmanlı algılayıcı (ÇKA) modeldir. Uygulanabilirlikte sunduğu kolaylık ve esnek yapısı gibi özellikleri nedeniyle en çok tercih edilen YSA modelidir. Modelde girdi katmanı, çıktı katmanı ve bir veya birden fazla gizli katman bulunur. Verilmiş olan her bir girdi değeri bu modelde her nöronun ilgili ağırlığı ile çarpılıp toplanarak net girdiye ulaşılır. Net girdi ise aktivasyon fonksiyonu sayesinde çıktı halini alır. Bu modelde aynı katmanda nöronlar arası bağlantı bulunmamaktadır. Bu sebepledir ki, girdi katmanından çıktı katmanına veri ileri besleme yapısını oluşturmaktadır. Aynı zamanda üretilmiş

olan çıktı değerlerinin gerçek çıktı değerine yakın değerlerde olması istendiğinden, aradaki farkın küçültülmesi amacı ile bağlantı ağırlıklarının çıktı katmanından girdi katmanına doğru güncellenmesi, hatanın geri yayılımını oluşturur (Graupe 2007, Yılmaz 2012).

Genel olarak yapısı Şekil 3.5'de gösterilmiş olan GYYSA, farklı türde öğrenme kuralları ile eğitilebilir.



Şekil 3.5 Geri yayılımlı yapay sinir ağı yapısı (Yılmaz 2012).

3.3.3.1 Geri Yayılım Algoritması

Geri yayılım algoritması YSA ile üretilmiş olan çıktı değerlerinin, hata düzeylerine göre YSA hatalarının minimize edilebilmesi için bağlantı ağırlıklarını hesaplama aşamaları sürelerini kapsayan uygulamadır. Her bir girdi verisi gizli katmanlardaki nöronlardan geçirilerek çıktı katmanındaki nöronlarda sonuç üretmesi amaçlanır. Çıktı katmana ilişkin hataları bulabilmek için ise, elde edilen ile istenilen çıktı değerleri arasında bir karşılaştırma yapılır. Daha sonra, çıktı katmanında geriye dönük olarak çıktı hata değerlerinin türevleri ile gizli katmana ilerlenir. Hata değerleri hesaplanarak her bir

nöron kendi hata değerini minimize etmesi amacı ile bağlantı ağırlıklarını günceller. GYYSA'da ki performans fonksiyonunu minimum yapacak şekilde düzenlenir. Kullanıcı tarafından gizli katman sayısı, aktivasyon fonksiyonu ve daha birçok parametre kullanıcı tarafından denetlenebilmektedir (Yılmaz 2012). Geri yayılım algoritması temel işleyiş biçimi ise;

- **İleri besleme:** Veri akışlarının girdi katmanından çıktı katmanına doğru olması,
- **Geri yayılım:** Çıktı katmandan girdi katmana doğru hatayı en aza indirecek şekilde ağırlık güncellemelerinin yapılması,

olarak iki aşama şeklindedir.

Şekil 3.5'de tek gizli katmana sahip bir GYYSA verilmiştir. Bu modelleme için formül şu şekilde verilebilir (Yılmaz 2012):

k. adımda, j. nörona ait çıktıdaki hata verisi yani hata sinyali, üretilen ve istenilen çıktı değerleri arasındaki farktır:

$$\varepsilon_j(k) = y'_j(k) - y_j(k) \tag{3.35}$$

Çıktı katmanındaki nöron sayısı K olarak tanımlanır ise, bütün çıktı katmanı nöronları anlık hata değerlerinin toplanması ile k. adımdaki toplam anlık karesel hata değeri için e(k) değeri elde edilir:

$$e(k) = \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{K} \varepsilon_j^2(k) \tag{3.36}$$

Eğitim setinde bulunan girdi sayılarının toplamlarını N ile ifade edersek, toplam anlık karesel hata değeri ile değişen, hata kareleri ortalaması (HKO) hesaplanabilmektedir:

$$e_{ort} = {}^{1}\!\!\diagup\!\!_{N}\sum_{n=1}^{N} e(k) \tag{3.37}$$

Geri yayılım algoritmasındaki amaç, bulunmuş olan hata kareleri ortalamasını minimize edebilmek için GYYSA'nın bağlantı ağırlıklarını güncellemedir. Bu ağırlıkların güncellemeleri temelde GYYSA'ya sunulan verilerin her birinin kendi hatalarına uygun bir şekilde ayarlanmasıdır (Haykin 1999). n. nörona gelen bağlantı sayısı ise, j. nöronun ağırlıklandırılmış girdileri toplamı yani net girdileri (3.38)'deki gibi tanımlanmaktadır:

$$T_j(k) = \sum_{i=0}^{n} w_{ij}(k) \cdot x_i(k) \tag{3.38}$$

Eşitlik için $x_0 = +1$ alınır. Öyleyse w_{0j} ağırlığı j. nöronda b_j eşik değeri ile aynıdır. O halde, f aktivasyon fonksiyonu (sigmoid) ile k. adımda j. nöron için çıktı değeri şu şekilde bulunulur:

$$y_j(k) = f_j(T_j(k)) = {}^{1}\!\!\diagup\!\!_{(1+e^{-(T_j(k))})} \tag{3.39}$$

En küçük kareler algoritmasına benzer şekilde zincir kuralı adı verilen eşitliğe göre geri yayılım algoritmasında çıktı katmanında, ${}^{\partial e(k)}\!\!\diagup\!\!_{\partial w_{ij}(k)}$ kısmi türevine orantılı $w_{ij}(k)$ ağırlığı için $\Delta w_{ij}(k)$ düzeltme faktörü uygulanmaktadır. Bu kısmi türev için söz konusu eşitlik şu şekildedir:

$$\frac{\partial e(k)}{\partial w_{ij}(k)} = \frac{\partial e(k)}{\partial \varepsilon_j(k)} \cdot \frac{\partial \varepsilon_j(k)}{\partial y_j(k)} \cdot \frac{\partial y_j(k)}{\partial T_j(k)} \cdot \frac{\partial T_j(k)}{\partial w_{ij}(k)} \tag{3.40}$$

${}^{\partial e(k)}\!\!\diagup\!\!_{\partial w_{ij}(k)}$ kısmi türevi, w_{ij} ağırlığı için ağırlık uzayında aramanın yönünü belirten bir duyarlılık etkenidir. Eşitlik 3.37'in iki tarafın da $\varepsilon_j(k)$'ye göre türevi alındığında;

$$\frac{\partial e(k)}{\partial \varepsilon_j(k)} = \varepsilon_j(k) \tag{3.41}$$

elde edilir ve Eşitlik 3.35'ün her iki tarafı için $y_j(k)$'ye göre türevleri alındığında;

$$\frac{\partial \varepsilon_j(k)}{\partial y_j(k)} = -1 \tag{3.42}$$

bulunur. Birde Eşitlik 3.39 içinde iki tarafın türevleri $T_j(k)$'ye göre alındığında;

$$\frac{\partial y_j(k)}{\partial T_j(k)} = f_j'(T_j(k)) \tag{3.43}$$

ifadesi bulunur. En son ise Eşitlik 3.38'de iki taraf için türev $w_{ij}(k)$'ye göre alındığında;

$$\frac{\partial T_j(k)}{\partial w_{ij}(k)} = x_i(k) \tag{3.44}$$

eşitliği elde edilmiş olur. Eşitlik 3.41, 3.42, 3.43, 3.44'teki türevler, Eşitlik 3.40'daki zincir kuralına uygulandığında oluşacak olan eşitlik ise;

$$\frac{\partial e(k)}{\partial w_{ij}(k)} = -\varepsilon_j(k) \cdot f_j'(T_j(k)) \cdot x_i(k) \tag{3.45}$$

şeklindedir.

k. adım için söz konusu formülize işlemleri bu şekilde ise, k. adımdan bir sonraki adıma geçişte bağlantı ağırlıklarındaki değişim algoritması için ise;

$$w_{ij}(k+1) = w_{ij}(k) + \Delta w_{ij}(k) \tag{3.46}$$

bağıntısı şeklindedir. Eşitliğe göre k. adımda j. nöronun girdi verisi ile bir öncesindeki

katmana ait nöronun çıktı verisini bağıntılayan ağırlığa uygulanacak olan düzeltme faktörü çekildiğinde;

$$\Delta w_{ij}(k) = w_{ij}(k+1) - w_{ij}(k) \tag{3.47}$$

eşitliği bulunur. Bu eşitlik yardımı ile her ağırlığa göre ölçülmüş olan hata türevlerinin eksi işaretlilerinde orantılı şekilde söz konusu ağırlık ayarlamasına gidilir:

$$\Delta w_{ij}(k) = -\eta \frac{\partial e(k)}{\partial w_{ij}(k)} \tag{3.48}$$

bu eşitlikte η değeri, geri yayılım algoritmasına ait öğrenme oranıdır ve pozitif bir değerdir. $\Delta w_{ij}(k)$ ise, ağırlık düzeltmeleri hesaplamalarının esas faktörü olan j. nöronun çıktı verisindeki $\varepsilon_{ij}(k)$ hatasının değeridir. Eşitlikte ağırlık değişimi için e(k)'nin değerini indirgeme çalışmasına gidilmiştir. Eşitlik (3.48)'de, $\partial e(k) \big/ \partial w_{ij}(k)$ değerleri yazıldığında;

$$\Delta w_{ij}(k) = \eta \delta_j(k) x_i(k) \tag{3.49}$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitlikteki $\delta_j(k)$ k. adımdaki j. nöronun üretilen çıktısı ile istenilmiş olan çıktı değeri arasındaki farktır. Bu ifade için;

$$\delta_j(k) = -\frac{\partial e(k)}{\partial T_j(k)} = -\frac{\partial e(k)}{\partial \varepsilon_j(k)} \cdot \frac{\partial \varepsilon(k)}{\partial y_j(k)} \cdot \frac{\partial y(k)}{\partial T_j(k)} = \varepsilon_j(k) \cdot f_j'(T_j(k)) \tag{3.50}$$

eşitliği oluşturulur.

k. adımdan (k+1). adıma geçişteki $w_{ij}(k+1)$ ağırlık değişimi için ise;

$$w_{ij}(k+1) = w_{ij}(k) + \eta \delta_j(k) x_i(k) \tag{3.51}$$

şeklinde eşitlik elde edilmiş olur. Geri yayılım algoritması için en genel ifade Eşitlik (3.51)'deki gibidir. Öğrenme oranının artırılması için basitçe bir yöntem olan ve netliği olmayan tehlikelerden kaçınma adına α momentum katsayısını içeren Eşitlik (3.49) için düzenleme yapıldığında şu şekilde bir eşitliğe ulaşılır;

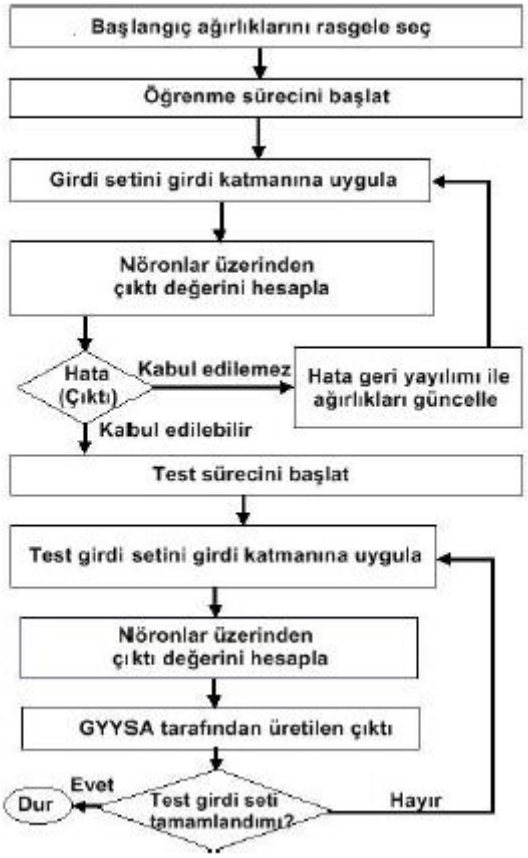
$$\Delta w_{ij}(k) = \alpha \Delta w_{ij}(k-1) + \eta \delta_j(k) x_i(k) \tag{3.52}$$

Eşitlik (3.52)'de momentum katsayısı için genellikle pozitif bir değer olarak kullanılması söz konusudur. Aynı zamanda Eşitlik (3.49)'dan ayrı olarak ağırlıkların önceki değerleri de yeni ağırlıkta etkin rol almaktadır. Eşitlik (3.52); genelleştirilmiş delta kuralı olarak adlandırılmaktadır (Haykin 1999).

GYYSA'nın öğrenme performansı ve tasarımına ilişkin bilinmesi gerekli olan önemli faktörler şu şekildedir (Yılmaz 2012):

- **Öğrenme oranı ve momentum katsayısı:** Öğrenme oranı, eğitim sürecindeki ağırlık değerlerindeki farklılıkları denetleme görevinden sorumludur. Momentum katsayısı ise öğrenme oranını artırarak, öğrenme sürecini hızlandırmaktadır.
- **Başlangıç ağırlık değerleri:** Rastgele küçük değerler verilerek öğrenme sürecindeki tıkanıklıklar oluşumunu engelleme amacıyladır. Bu küçük değerler ise bağlantı ağırlıklarının aralığında olmalıdır.
- **Gizli katmandaki nöron sayısı:** Bu nöronlar girdi ve çıktılar arasındaki ilişkilerdeki modelleme ile görevlidirler.
- **Eğitim setinin boyutu:** Eğitim setinin boyutları yeterli ölçülerde olmadığı sürece doğru sonuçlara ulaşılamayacağından yetersiz bir sonuç elde edilecektir.
- **Girdi değerlerinin standartlaştırılması:** Girdi veri kümesinin bir bölgede yoğunlaşmasını engellemek amacıyla standartlaştırılması gereksinimi bulunmaktadır.
- **Öğrenme sürecinin sonlandırılması:** Tekrarlanma sayısındaki sınırlama ile öğrenme sürecinin sonuçlandırılmasına gidilmektedir. Ayrıca bu şekilde doğru sonuçlara ulaşılamayacağından bir ölçüt belirlenmesi gerekmektedir. Bu ölçütlerde her zaman uygun olamayacağından, en ideal olarak eğitim setine ait olmayan bir test seti ile araştırma yoluna gidilmektedir.

Geri yayılımlı yapay sinir ağı eğitiminde kullanılacak olan geri yayılım algoritmasının adımları Şekil 3.5'te gösterilmiştir.



Şekil 3.6 Geri yayılımlı algoritma akış diyagramı (Yılmaz 2012).

3.4 Sayısal Uygulama

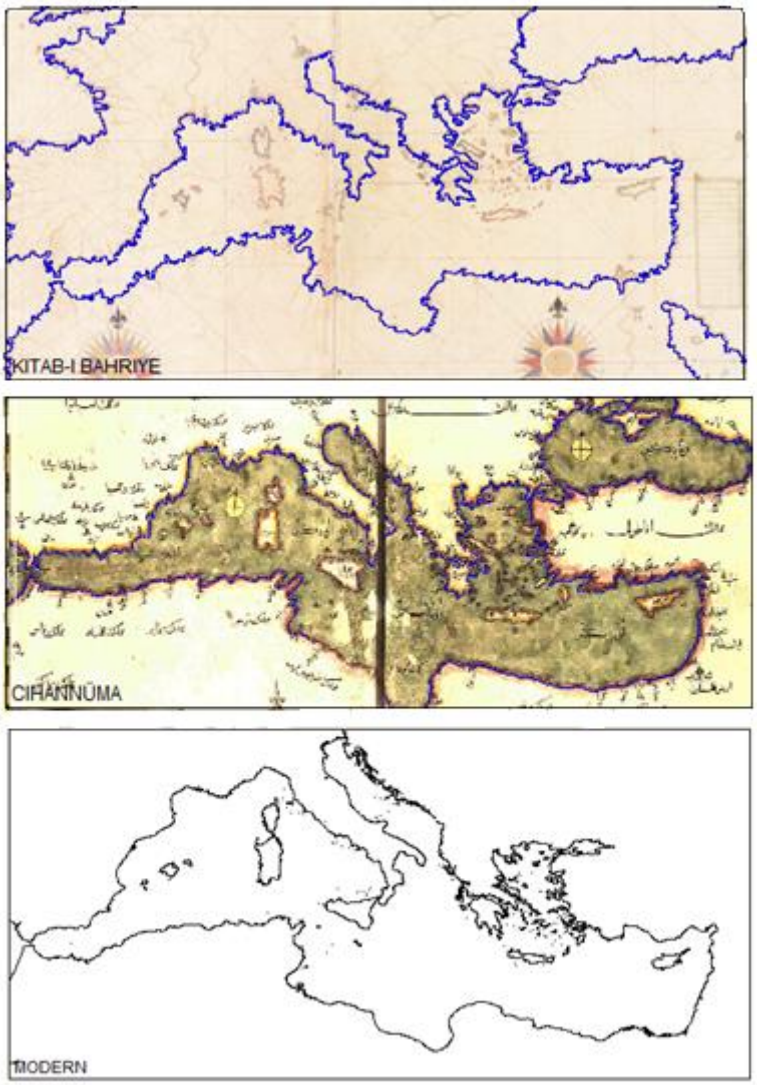
3.4.1 Uygulama Alanı

Yapılan bu çalışmada uygulama alanı olarak; dünya üzerinde genişçe yer kaplayan Akdeniz Havzası seçilmiştir.

Çalışma alanında ki işlemlerin uygulanmasına yönelik olarak; tarihi haritalardan Piri Reis ve Katip Çelebi'nin çalışmaları sırasında oluşturdukları haritalarda ki Akdeniz havzasını kapsayan ve günümüz ArcGIS kütüphanesinden alınmış olan kartezyen

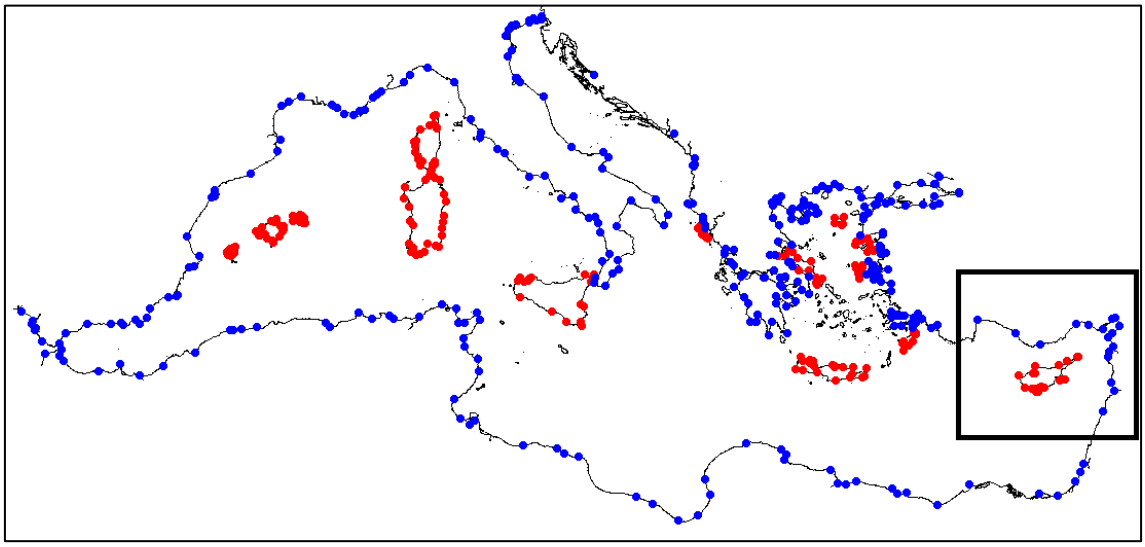
koordinatlara sahip dünya haritası üzerinden tüm Akdeniz havzası üzerinde çalışılmıştır. Yaklaşık olarak seçilen bu çalışma bölgesi 2.5 milyon km^2 bir alana sahiptir. Konumu itibariyle atlas okyanusuna bağlı olan, doğu tarafında Asya kıtasının, kuzey tarafında Avrupa kıtasının ve güneyinde Afrika kıtasının bulunduğu, dünyanın en büyük iç denizi konumundaki bir bölgedir.

Çalışma alanının bulunduğu Şekil 3.7 ve karakteristik olarak belirlenmiş olan noktaların seçilmiş bölgede gösterimleri Şekil 3.8, 3.9. 3.10 ve 3.11'de yer almaktadır.

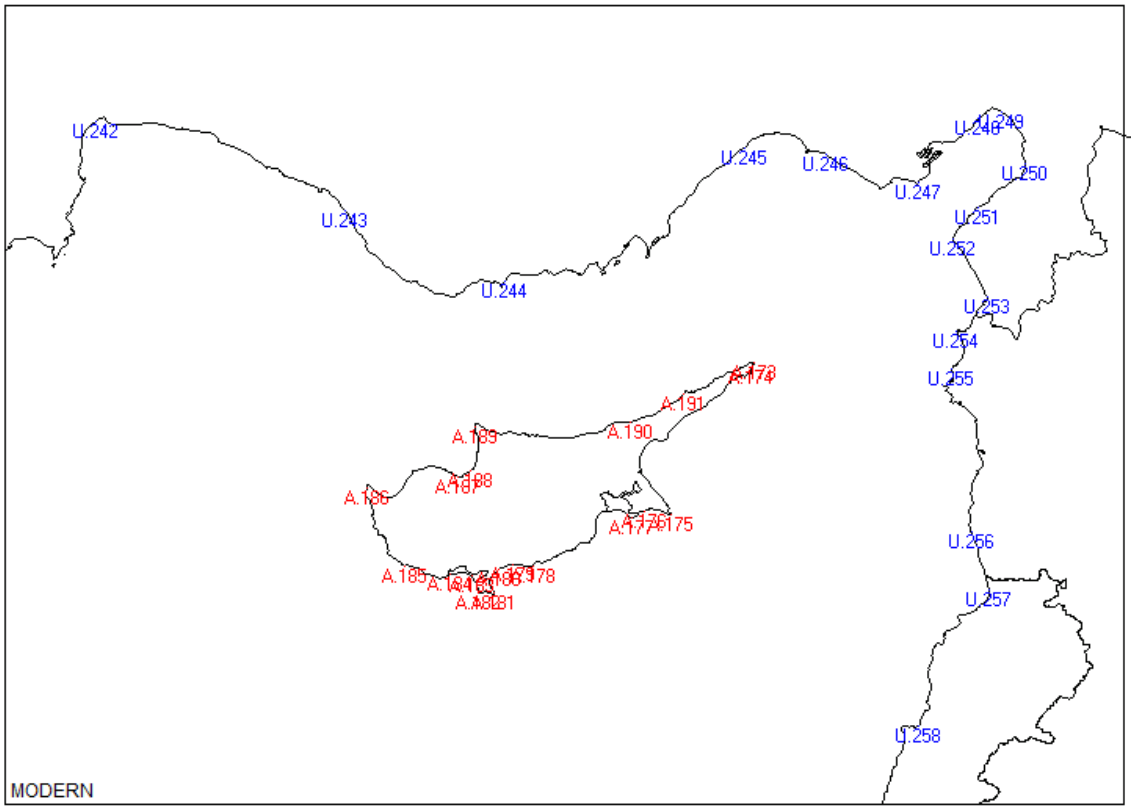


Şekil 3.7 Uygulamada kullanılan haritalar.

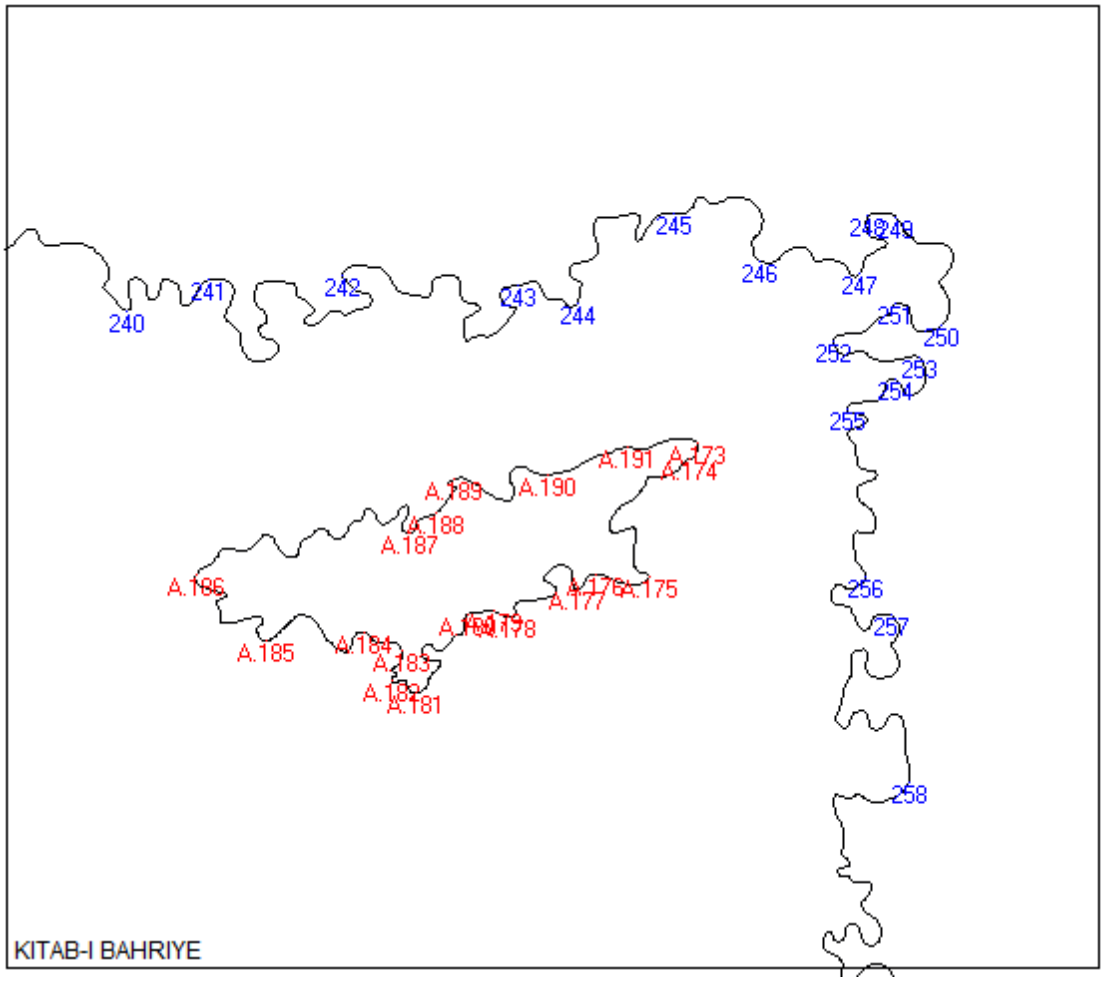
Uygulama bölgelerinde yapılmış olan çalışmalar ile her üç haritada Akdeniz havzası kıyılarında ortak 320 nokta belirlenmiş olup, belirlenen bölgelerde toplamda 3 harita için ortak adalar gözlemlenmiştir. Bu adalar İbiza, Mayorka, Minorka, Sardunya, Korsika, Sicilya, Korfu, Eğriboz, Limni, Midilli, Sakız, Girit, Rodos ve Kıbrıs adaları olmak üzere 14 adadır. Adalara ait 191 nokta karakteristik olarak belirlenmiştir. Şekil 3.8' de ise belirlenmiş olan kıyı ve adalardaki noktalar gösterilmiştir. Sayısallaştırma sonrasında çalışma bölgelerinde yöntemlerin uygulamalarına geçilmiştir.



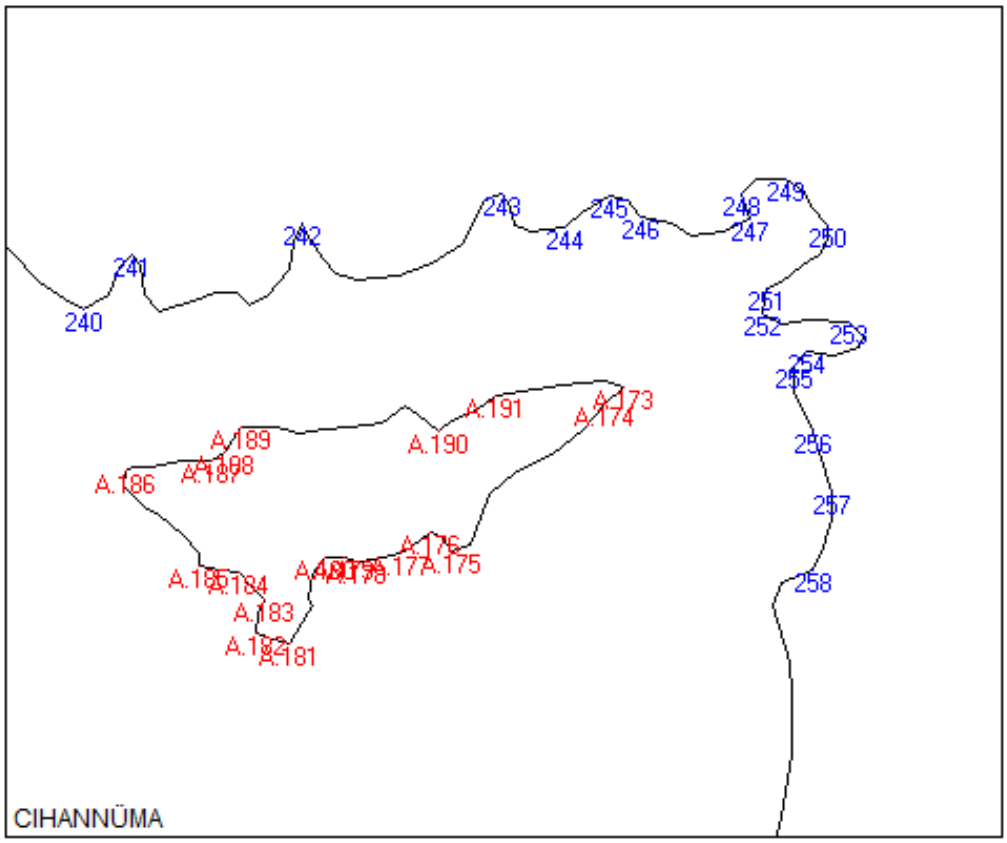
Şekil 3.8 Modern haritadaki karakteristik noktalar ve seçilen bölge.



Şekil 3.9 Modern haritada seçilmiş olan bölgeye ilişkin numaralandırma.



Şekil 3.10 Kitab-ı Bahriye eserinden alınan haritada seçilmiş olan bölgeye ilişkin numaralandırma.



Şekil 3.11 Cihannüma eserinden alınan haritada seçilmiş olan bölgeye ilişkin numaralandırma.

3.4.2 Uygulama Amacı

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilmiş uygulamanın amacı; Tarihi Akdeniz haritalarının, uygulanan yöntemler sonucunda günümüz Akdeniz havzasındaki ortak adalar ile şekilsel ve konumsal bazda değişimlerinin gözlemlenmesi ve çeşitli programlardan faydalanarak uygulanan yöntemlerden hangisinin daha uygun olduğunun araştırılması ve bu uygulamalar sonucunda hata değerleri yardımı ile yöntemlerin karşılaştırılmalarının yapılmasıdır.

3.4.3 Afin Dönüşümü

Sayısal uygulama sonucunda ki Afin dönüşümlerinde söz konusu x, y koordinat eksenleri yönündeki 2 ölçek faktörü, 2 öteleme ve 2 dönüklük olmak üzere altı parametre ve dönüşüm sonucunda ki karesel ortalama hata değeri (m_0) sonuç değerleri:

Kitab-ı Bahriye;

a_1 = 13510.5380

b_1 = 1732.5138

a_2 = -2795.8838

b_2 = 14349.6701

c_y = -18379068.6586

c_x = -7424210.8811

m_0 = 88525.4232 m

Cihannüma;

a_1 = 99059.7175

b_1 = -249.7243

a_2 = 569.6153

b_2 = 87112.3652

c_y = -87919541.0869

c_x = -97561721.9810

m_0 =110739.6456 m

bu şekildedir.

3.4.4 Helmert Dönüşümü

Yapılan sayısal uygulama da iki boyutlu benzerlik dönüşümü için toplam dört tane parametre bulunmaktadır. Bu parametreler 1 ölçek, 1 dönüklük, 2 öteleme parametreleri olmak üzere, karesel ortalama hata değeri (m_0) ile birlikte şu şekildedir:

Kitab-ı Bahriye;

a=14103.8866

b=-2722.5396

c_y=-19210560.0677

c_x=-8205400.7761

m_0=93213.7819 m

Cihannüma;

a=88308.1328

b=-40.4848

c_y=-89455350.1838

c_x=-85901581.3351

m_0=116460.9540 m

3.4.5 YSA Uygulaması

Piri Reis ve Katip Çelebi'nin haritalarında Afin ve Helmert dönüşüm yöntemleri kullanılarak sayısallaştırılmış koordinat değerleri ile modern harita koordinat değerleri arasındaki gerekli parametreler bulunmuş ve şekilsel yönden karşılaştırması yapıldıktan sonra aynı işlemler YSA yöntemi kullanılarakta yapılmış ve şekilsel yönden karşılaştırmaya gidilmiştir.

Tarihi Akdeniz haritalarının konum doğruluklarının araştırılmasında GYYSA için, ilk olarak girdi ve çıktı veri setleri oluşturulmuştur. Referans ve test noktalarına ilişkin sayısallaştırılmış haritalara ilişkin lokal koordinat bilgileri (y, x), girdi verisi olarak ve belirlenmiş olan her bir nokta için modern haritadaki kartezyen koordinat bilgileri (Y, X) ise çıktı verisi olarak kullanılmıştır. Yeterli sayıda nöron kullanımları için tek gizli katmanlı YSA yapısı sürekli fonksiyonları yakınsayabildiğinden (Cybenko 1989, Funahashi 1989, Hornik et al. 1989, Bishop 2005) ve yalnızca sürekli yapıda olmayan düzensiz verilerde tek bir gizli katmandan ziyade, birden çok gizli katmana ihtiyaç duyulduğundan (Panchal et al. 2011); uygulama alanı için kullanılacak GYYSA tek gizli katmanlı olarak tasarımı yapılmıştır. Gizli katmana ilişkin nöron sayıları tespitinde deneme-yanılma metodu kullanılmış olup, MATLAB (Matrix Laboratory) YSA modülü, katmanlara ilişkin nöron sayılarına göre [2:20:2] mimarisinde GYYSA tasarlandırılmıştır. Bu tasarımda değerleri verilmiş olan katmanlar için tasarım sıralamasındaki değerler [girdi katman:gizli katman:çıktı katman] nöron sayıları şeklindedir.

YSA yöntemi ile elde edilen bilgiler şu şekildedir:

Kitab-ı Bahriye;

Y:	X:
m_0=45783.6000 m	m_0=41044.0000 m

Cihannüma;

Y:	X:
m_0=63009.5035 m	m_0=64381.8095 m

4. BULGULAR

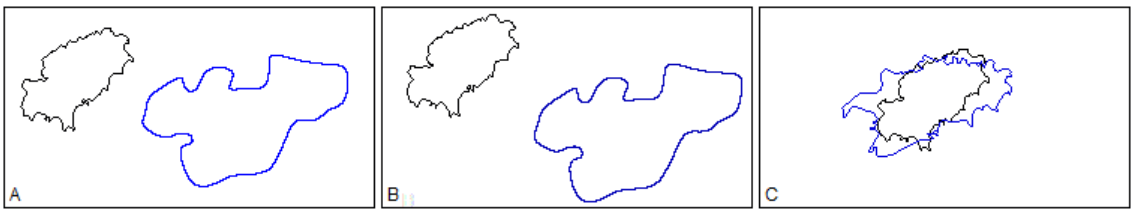
4.1 Çevre ve Alan Bilgilerinin Şekilsel Değerlendirilmesi

Tarihi haritalarda önemli bir yere sahip olan, belirli bir ölçeği bulunmayan tarihi deniz haritalarının sayısallaştırmaları yapılarak günümüzde ki modern haritalar ile karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırma işlemleri yapılırken tarihi haritaların herhangi bir ölçek ve koordinat sistemlerinin olmaması durumu da göz önünde bulundurularak Piri Reis'in ve Katip Çelebi'nin eserlerinden alınmış olan haritalara Afin, Helmert ve YSA yöntemleri uygulanmıştır.

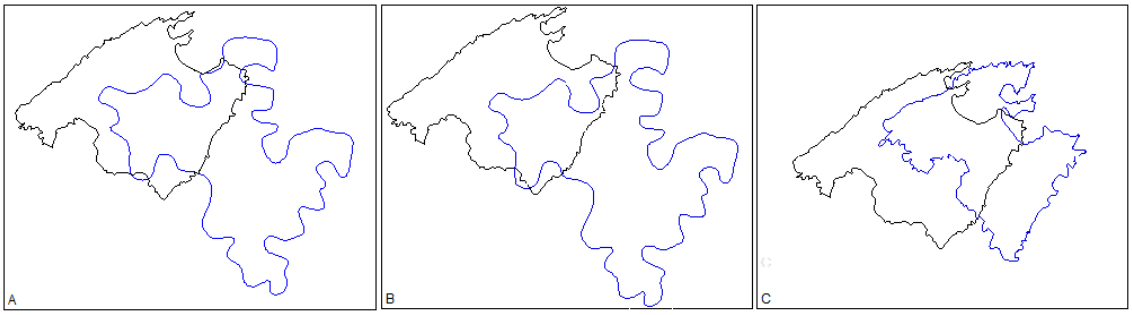
İki harita için de uygulanan yöntemler sonucu modern ArcGIS kütüphanesinden alınmış olan kartezyen koordinatlı dünya haritası koordinat değerleri yardımı ile öteleme, dönüklük parametreleri hesaplanmış ve şekilsel olarak tüm Akdeniz havzası için üç haritada da ortak olarak belirlenmiş olan 14 ada için şekilsel yönden karşılaştırmaları yapılmıştır. Yapılmış olan üç yöntem arasından hangisinin şekilsel bazda gerek çevresel gerekse alansal olarak daha iyi sonuçlar vereceği üzerinde durulmuştur.

4.1.1 Kitab-ı Bahriye ve Modern Harita

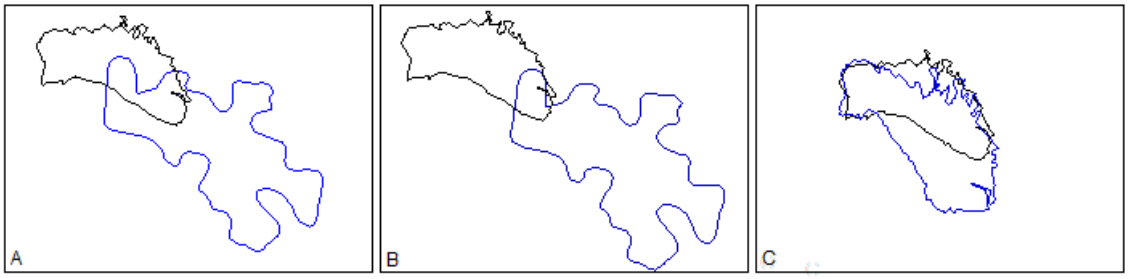
Akdeniz havzası içerisinde belirlenmiş olan 14 ortak adanın yöntemlere göre doğruluk analizi, alan ve çevre karşılaştırma çalışması her bir ada için ayrı olarak aşağıda verilmiştir. Şekillerde ki, siyah renk ile gösterilen çizimlendirme modern haritada ki adaların, lacivert renk ile gösterilenlerin ise Kitab-ı Bahriye'ye ait haritadaki adaların dönüşümler sonucunda ki kıyı gösterimleridir.



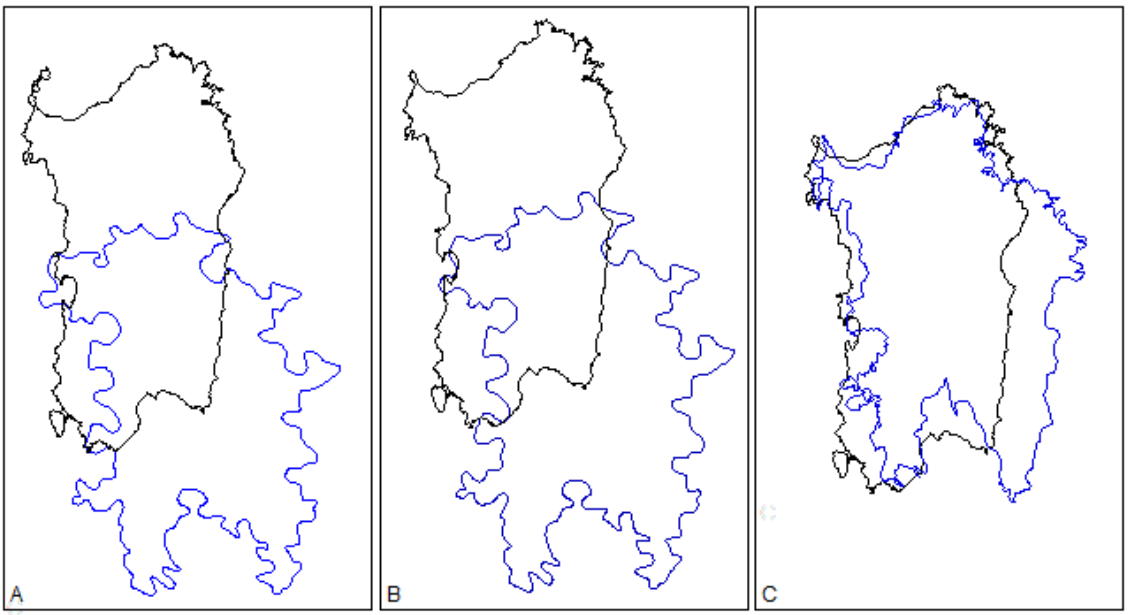
Şekil 4.1 İbiza adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



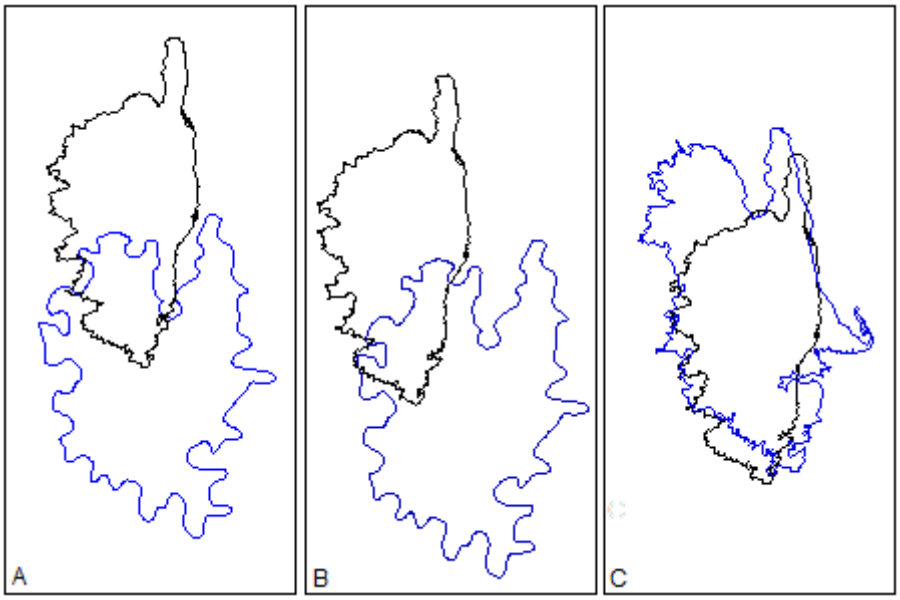
Şekil 4.2 Mayorka adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



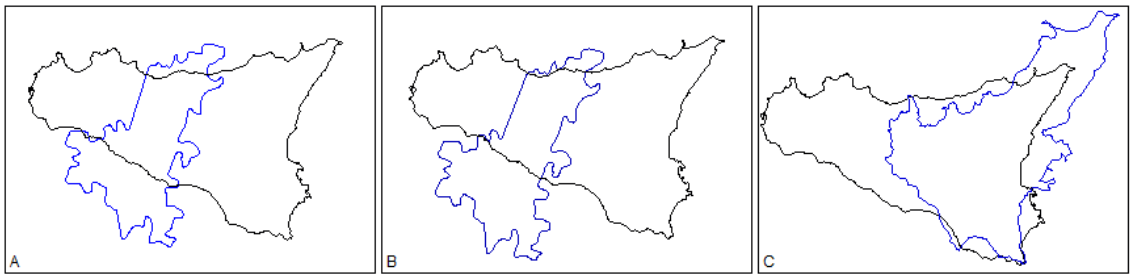
Şekil 4.3 Minorka adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



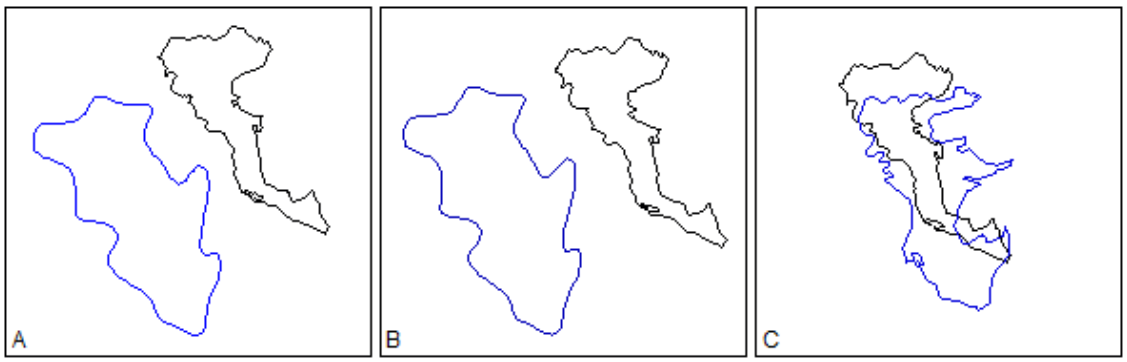
Şekil 4.4 Sardunya adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



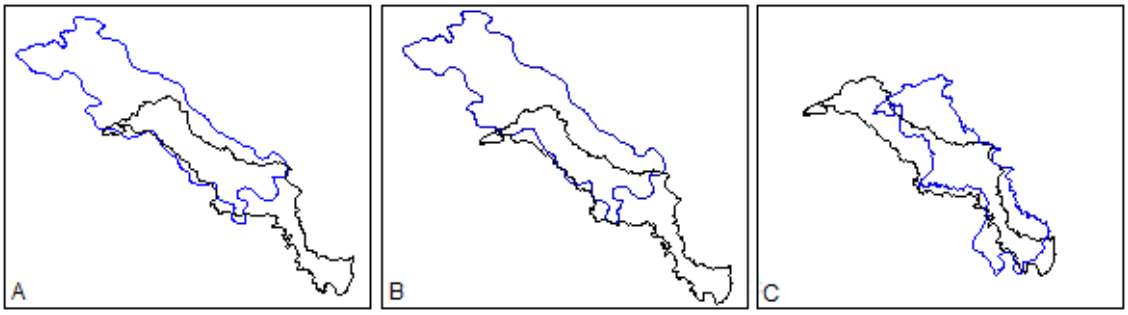
Şekil 4.5 Korsika adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



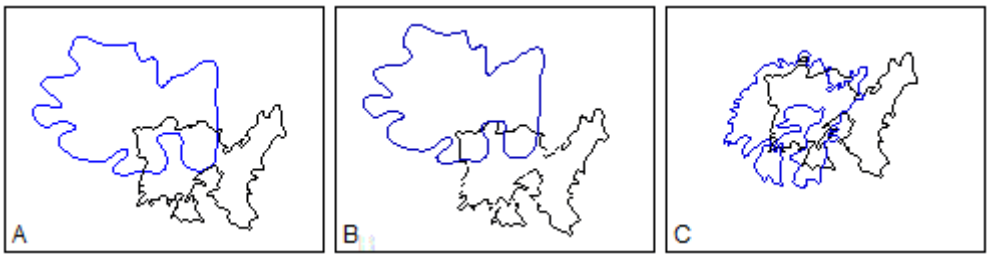
Şekil 4.6 Sicilya adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



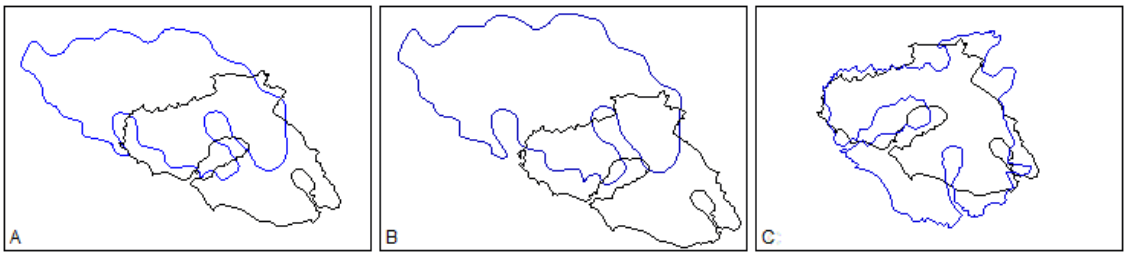
Şekil 4.7 Korfu adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



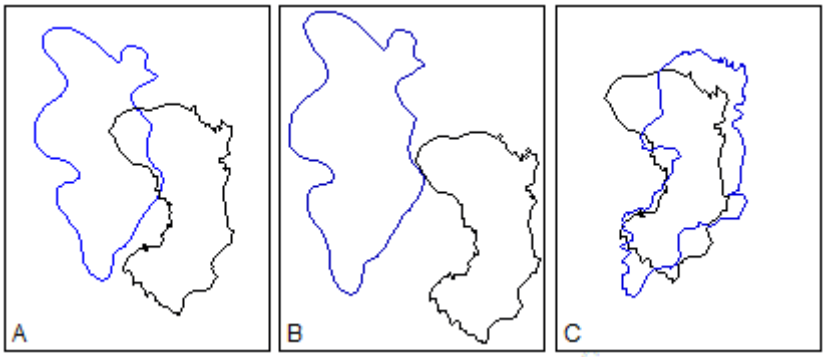
Şekil 4.8 Eğriboz adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



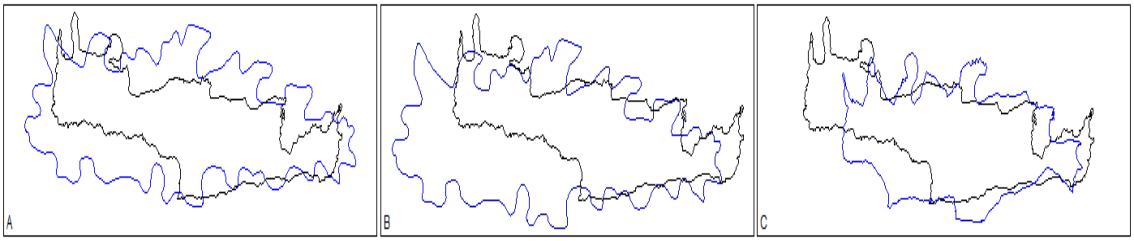
Şekil 4.9 Limni adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



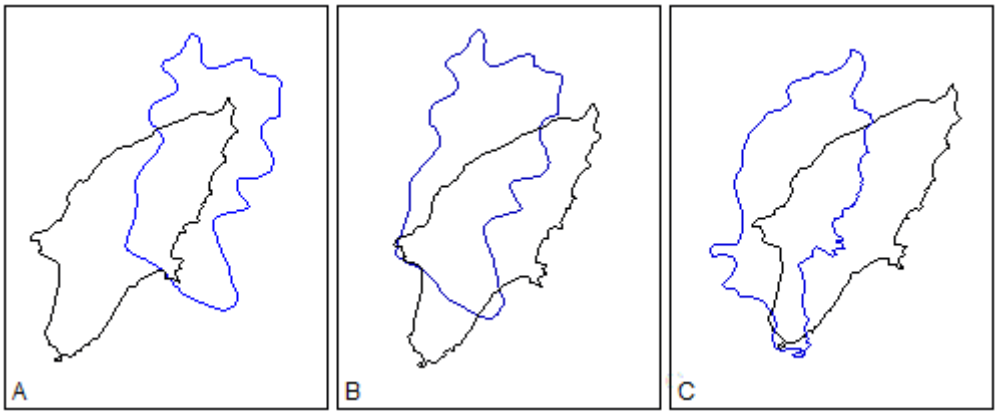
Şekil 4.10 Midilli adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



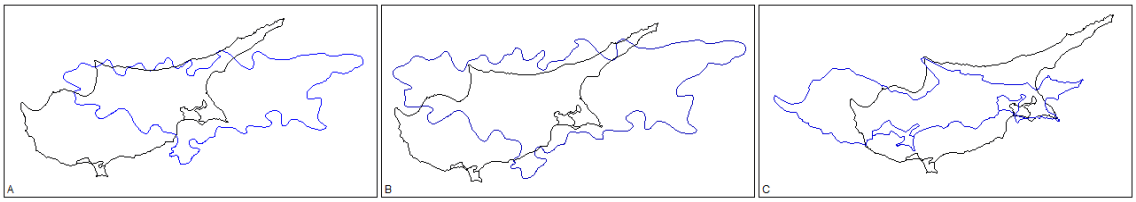
Şekil 4.11 Sakız adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



Şekil 4.12 Girit adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



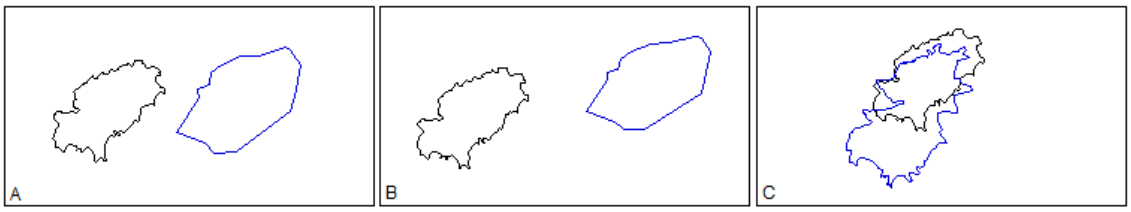
Şekil 4.13 Rodos adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



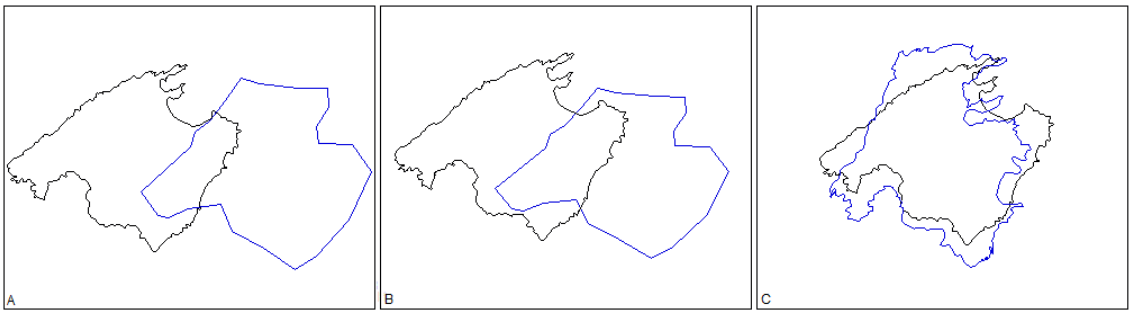
Şekil 4.14 Kıbrıs adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.

4.1.2 Cihannüma ve Modern Harita

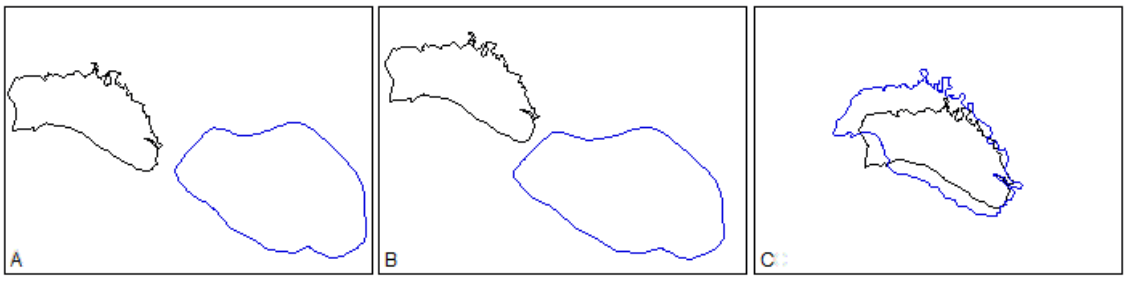
Akdeniz havzası içerisinde belirlemiş olan 14 ortak adanın yöntemlere göre doğruluk analizi, alan ve çevre karşılaştırma çalışması her bir ada için ayrı olarak aşağıda verilmiştir. Şekillerde ki, siyah renk ile gösterilen çizimlendirme modern haritada ki adaların, lacivert renk ile gösterilenlerin ise Cihannüma'ya ait haritadaki adaların dönüşümler sonucunda ki kıyı gösterimleridir.



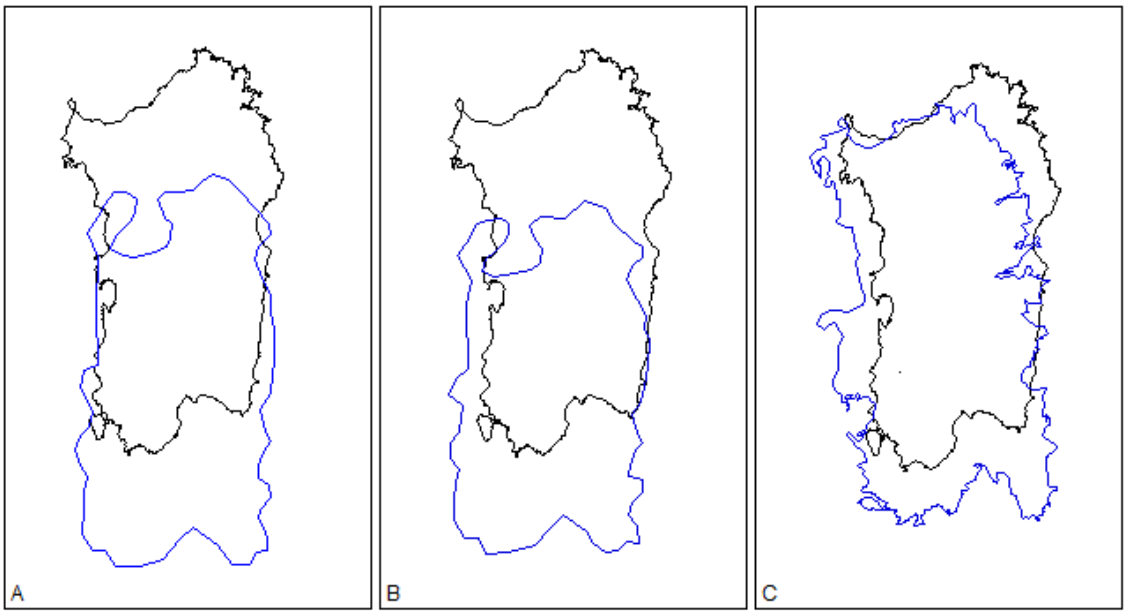
Şekil 4.15 İbiza adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



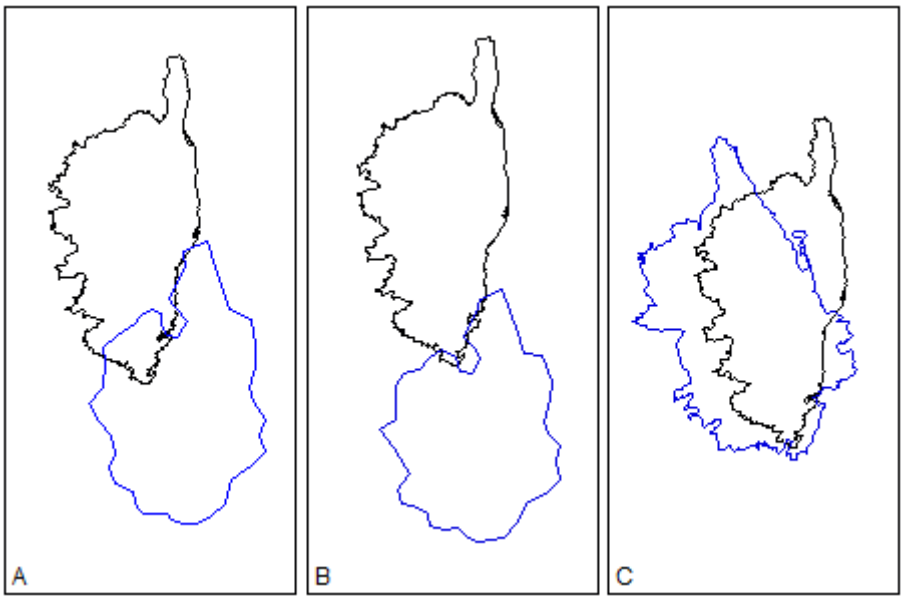
Şekil 4.16 Mayorka adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



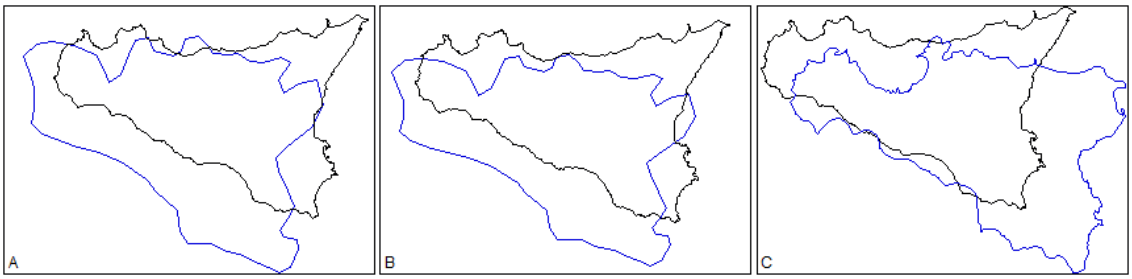
Şekil 4.17 Minorka adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



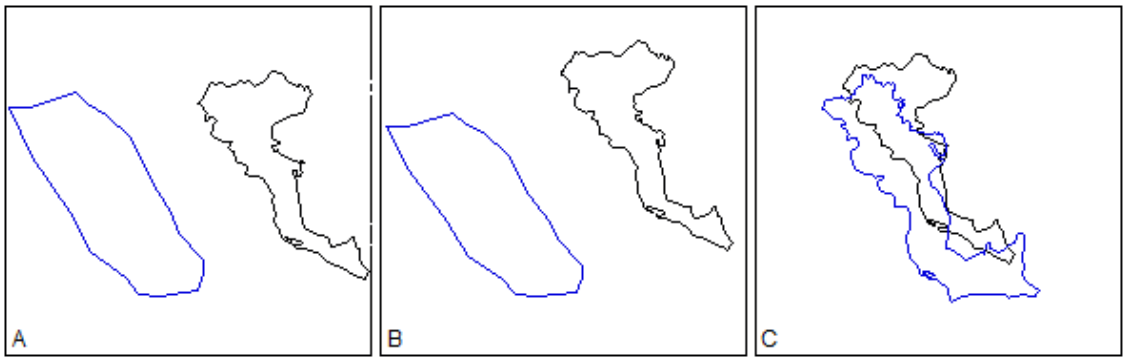
Şekil 4.18 Sardunya adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



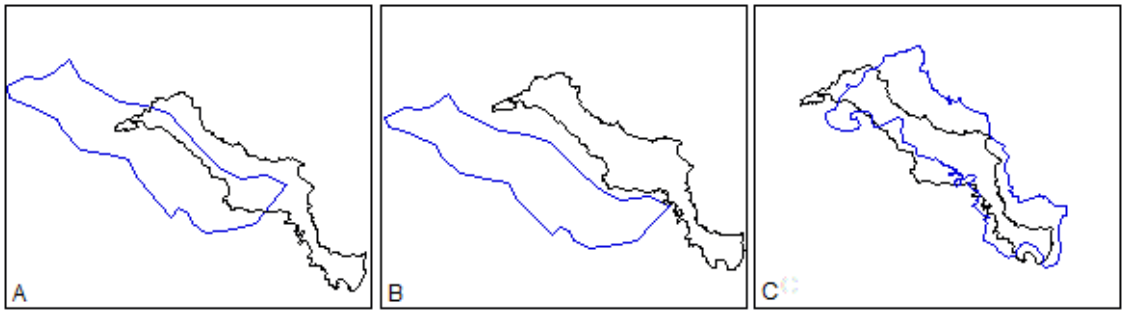
Şekil 4.19 Korsika adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



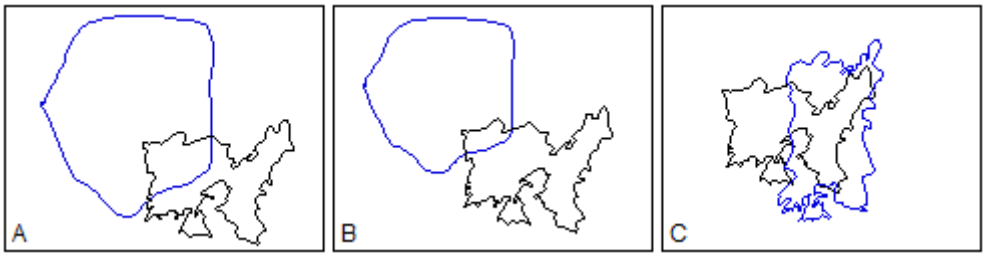
Şekil 4.20 Sicilya adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



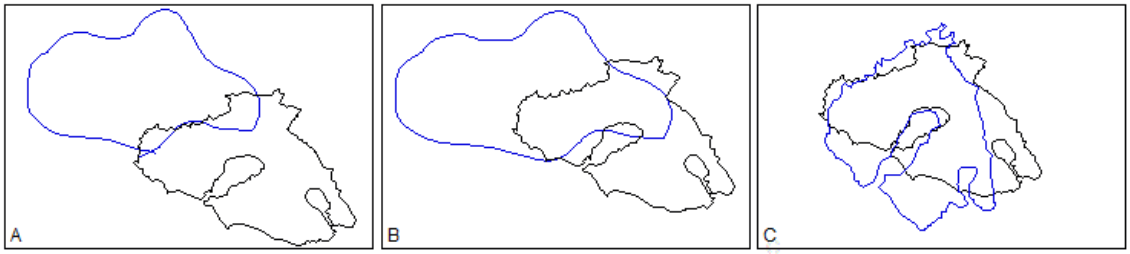
Şekil 4.21 Korfu adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



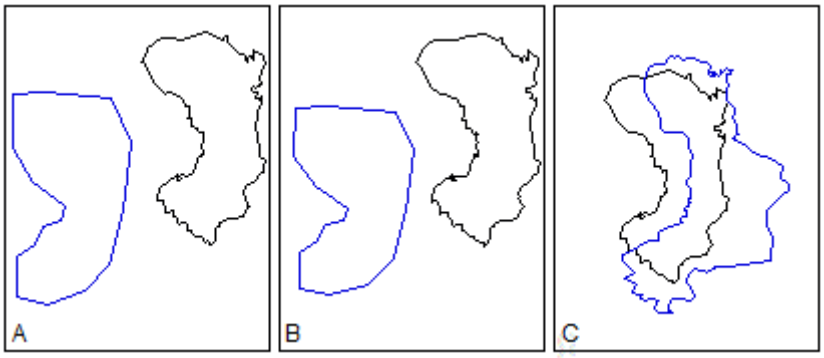
Şekil 4.22 Eğriboz adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



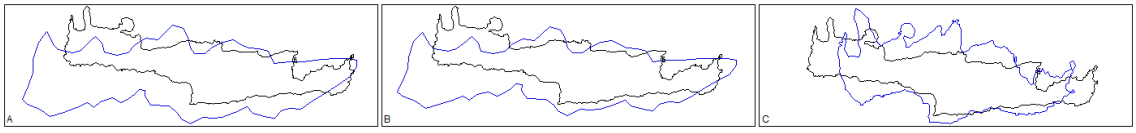
Şekil 4.23 Limni adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



Şekil 4.24 Midilli adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



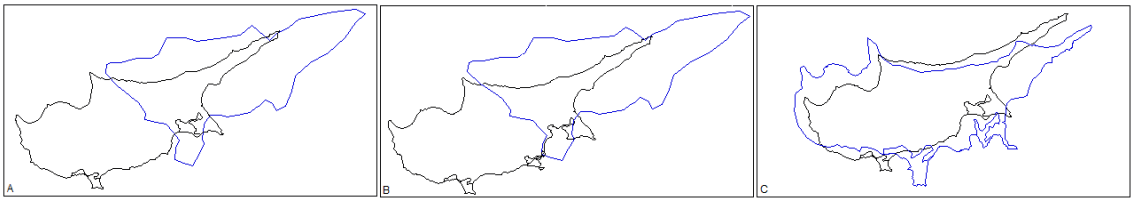
Şekil 4.25 Sakız adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



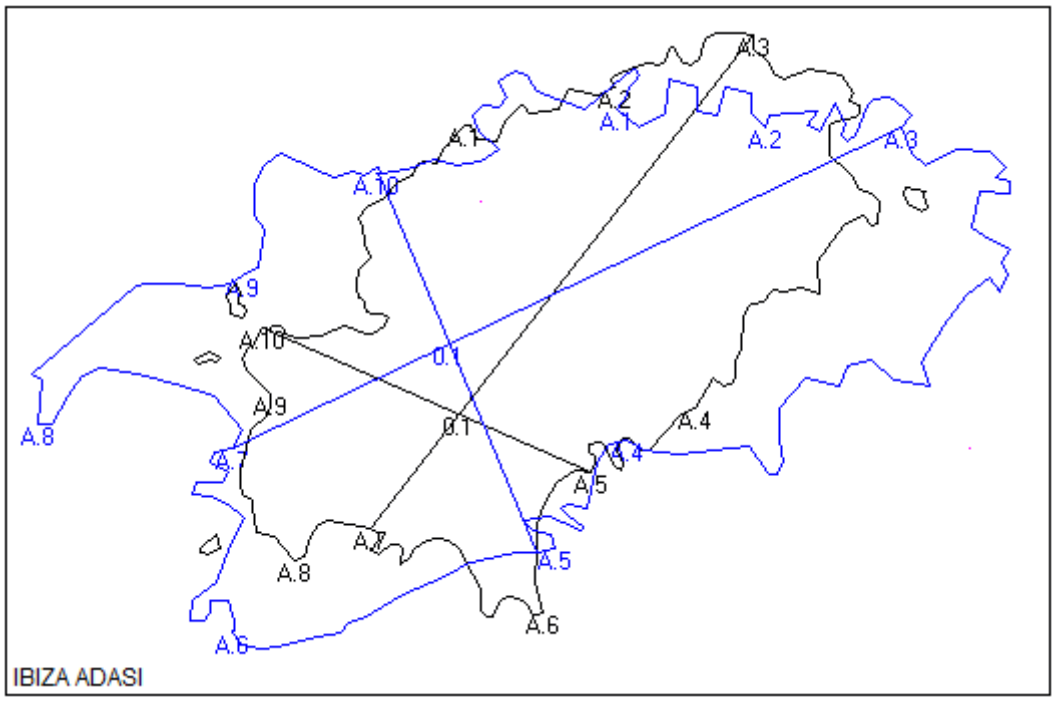
Şekil 4.26 Girit adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



Şekil 4.27 Rodos adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



Şekil 4.28 Kıbrıs adası Afin (A), Helmert (B) dönüşümü ve YSA yöntemi (C) sonucundaki modern harita ile olan şekilsel ve konumsal ilişkisi.



Şekil 4.29 Kitab-ı Bahriye haritasında, örnek adada konumsal doğruluğun YSA uygulaması sonucu gösterimi.

Şekil 4.29'da gösterilen şekilde belirlenmiş olan adaya ilişkin dört ortak noktadan merkez yaklaşımına gidilerek haritalar arasında ki merkezi nokta değerlerindeki konumsal farkların hesaplamaları üzerine durulmuştur. Bu işlem her iki haritada da üç yöntem için uygulanmış ve sonuçlara ilişkin sayısal veriler çizelgeler halinde 4.2 başlığında yer almaktadır.

4.2 Uygulanan Yöntemlerin Sayısal Olarak Karşılaştırılması

Tarihi haritaların günümüz haritaları ile karşılaştırılması durumunda, jeodezik ve kartografik açıdan ele alındığında yeterli doğruluk vermeleri mümkün değildir. Ancak, tarihi haritalar için dönemlerinin birer cevheri olduğu göz önüne alınarak değerlendirmelerde bulunulması gerekmektedir. Bu şekilde değerlendirme ile incelemeye alınmış olan Piri Reis ve Katip Çelebi'nin haritaları oldukça iyi veri kaynağı niteliği taşımaktadır. Yapılmış olan uygulamalar ile şekilsel olarak çevresel ve alansal değişimlerde modern harita ile uyumluluklarında YSA yöntemi oldukça başarılıdır. Ayrıca bu şekilde dönüşümler için bu çalışmada, Afin dönüşümünün doğruluğunun da Helmert dönüşüm yönteminden daha başarılı sonuçlar verdiği görülmüştür.

Çizelge 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6'da adalara ilişkin çevre, alan (km^2) ve merkez noktaları arasındaki mesafe değerleri km cinsinden, yapılmış olan sayısal uygulama sonucunda verilmiştir.

Çizelge 4.1 Kitab-ı Bahriye'de yer alan adalara ilişkin Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki çevre değerleri.

Adalar	**Afin Dönüşümü**	**Helmert Dönüşümü**	**YSA uygulaması**	**Modern Harita**
İBİZA	254.85	261.38	240.31	178.21
MAYORKA	689.06	700.72	602.52	505.57
MİNORKA	349.27	354.13	316.85	223.72
SARDUNYA	1898.74	1927.85	1739.43	1541.71
KORSİKA	1184.25	1211.52	1559.99	1028.57
SİCİLYA	1043.31	1072.23	1024.14	1249.35
KORFU	238.73	242.88	223.07	257.44
EĞRİBOZ	693.23	693.44	713.98	743.01

Çizelge 4.1 (Devamı) Kitab-ı Bahriye'de yer alan adalara ilişkin Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki çevre değerleri.

LİMNİ	380.41	387.76	310.61	267.92
MİDİLLİ	439.08	441.15	403.52	395.28
SAKIZ	236.85	241.89	252.54	220.92
GİRİT	1173.73	1189.22	890.10	1037.29
RODOS	246.04	251.50	252.65	254.08
KIBRIS	1137.91	1155.11	889.87	788.53

Çizelge 4.2 Cihannüma'da yer alan adalara ilişkin Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki çevre değerleri.

Adalar	**Afin Dönüşümü**	**Helmert Dönüşümü**	**YSA uygulaması**	**Modern Harita**
İBİZA	145.12	139.37	257.26	178.21
MAYORKA	371.01	356.29	629.27	505.57
MİNORKA	231.32	223.64	288.19	223.72
SARDUNYA	1113.18	1039.41	1785.11	1541.71
KORSİKA	620.31	580.93	1104.96	1028.57
SİCİLYA	1185.76	1136.75	1259.37	1249.35
KORFU	192.19	182.66	316.97	257.45
EĞRİBOZ	553.76	538.92	791.59	743.00
LİMNİ	252.66	239.21	267.73	267.92
MİDİLLİ	285.51	277.27	409.69	395.28
SAKIZ	188.90	178.23	265.85	220.92
GİRİT	1078.06	1050.50	1008.78	1037.29
RODOS	380.28	353.07	344.60	254.08
KIBRIS	966.47	936.13	928.95	788.53

Çizelge 4.3 Kitab-ı Bahriye'de yer alan adalara ilişkin Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki alan değerleri.

Adalar	**Afin Dönüşümü**	**Helmert Dönüşümü**	**YSA uygulaması**	**Modern Harita**
İBİZA	2420.25	2513.01	1419.98	945.95
MAYORKA	7401.23	7684.90	5144.31	6088.93
MİNORKA	2514.95	2611.34	1746.19	1199.26
SARDUNYA	43037.80	44687.32	42833.43	40867.08

Çizelge 4.3 (Devamı) Kitab-ı Bahriye'de yer alan adalara ilişkin Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki alan değerleri.

KORSİKA	22454.47	23315.08	22726.28	15881.18
SİCİLYA	17925.47	18612.50	43423.43	40778.33
KORFU	2174.77	2258.12	1580.60	1002.56
EĞRİBOZ	9552.97	9919.10	6495.28	6019.93
LİMNİ	3817.07	3963.36	819.41	841.29
MİDİLLİ	5119.27	5315.47	3446.08	2738.05
SAKIZ	2037.52	2115.62	1529.77	1379.16
GİRİT	20557.35	21345.25	13577.02	12500.31
RODOS	2166.23	2249.26	2166.45	2169.06
KIBRIS	21502.58	22326.71	11743.49	13805.37

Çizelge 4.4 Cihannüma'da yer alan adalara ilişkin Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki alan değerleri.

Adalar	**Afin Dönüşümü**	**Helmert Dönüşümü**	**YSA uygulaması**	**Modern Harita**
İBİZA	1105.34	1179.62	1400.96	945.95
MAYORKA	6326.94	6350.15	6049.85	6088.93
MİNORKA	3195.64	3158.96	1878.23	1199.26
SARDUNYA	39236.61	39975.99	40172.38	40867.08
KORSİKA	16710.56	15101.10	15877.71	15881.18
SİCİLYA	46172.56	46243.92	45415.03	40778.33
KORFU	1876.54	1695.80	1471.38	1002.56
EĞRİBOZ	9842.94	8894.92	9488.99	6019.93
LİMNİ	2521.82	4086.30	1050.04	841.29
MİDİLLİ	4046.28	4108.41	2909.94	2738.05
SAKIZ	1460.85	1500.89	1434.56	1379.16
GİRİT	19584.81	26735.36	15543.55	12500.31
RODOS	6006.56	5428.05	3068.97	2169.06
KIBRIS	24726.33	26863.26	18713.11	13805.37

Çizelge 4.5 Kitab-ı Bahriye'de yer alan adalara ilişkin merkez noktalarının Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki modern harita merkez noktaları ile arasındaki mesafe değerleri.

Adalar	Afin Dönüşümü	Helmert Dönüşümü	YSA uygulaması
İBİZA	73.99	86.73	4.92
MAYORKA	59.53	79.77	38.77
MİNORKA	49.64	70.59	14.95
SARDUNYA	165.52	176.49	44.04
KORSİKA	148.76	156.42	16.82
SİCİLYA	48.62	65.64	95.78
KORFU	129.88	121.42	16.94
EĞRİBOZ	103.86	109.21	18.64
LİMNİ	72.41	90.11	8.59
MİDİLLİ	38.58	45.15	13.33
SAKIZ	42.27	51.07	5.52
GİRİT	15.71	51.69	31.15
RODOS	27.25	16.65	17.11
KIBRIS	120.05	80.31	5.11

Çizelge 4.6 Cihannüma'da yer alan adalara ilişkin merkez noktalarının Afin, Helmert Dönüşümü ve YSA uygulaması sonucundaki modern harita merkez noktaları ile arasındaki mesafe değerleri.

Adalar	Afin Dönüşümü	Helmert Dönüşümü	YSA uygulaması
İBİZA	64.57	71.09	24.09
MAYORKA	65.08	46.01	22.82
MİNORKA	108.95	102.89	11.62
SARDUNYA	149.47	154.70	87.25
KORSİKA	156.74	188.58	50.95
SİCİLYA	55.31	59.06	79.97
KORFU	180.01	181.87	23.40
EĞRİBOZ	127.36	129.62	33.25
LİMNİ	40.65	46.98	15.90
MİDİLLİ	38.27	47.06	12.34
SAKIZ	50.58	59.72	5.43
GİRİT	85.86	31.26	13.32
RODOS	53.261	46.08	25.12
KIBRIS	101.445	142.01	6.02

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı; kartografik ve jeodezik açıdan tarihi haritaların günümüze uyarlanması açısından Afin Dönüşümü, Helmert Dönüşümü ve son günler de popülerliği artmakta olan YSA uygulamasının kullanılabilirlik açısından hangisinin gerçeğe daha yakın sonuçlar vereceğinin değerlendirilmesinden hareketle yola çıkılmış ve şu sonuçlar çıkarılarak çeşitli önerilerde bulunulmuştur:

- Yapılmış olan çalışma kapsamında YSA yönteminde uygulanmış olan GYYSA, genel olarak tarihi haritalardaki sayısallaştırma dönüşümleri için Afin ve Helmert dönüşüm yöntemlerinden daha iyi sonuçlar vermesi itibari ile, kullanılabilirliği daha uygun görülmüştür.
- Karakteristik olarak belirlenen nokta sayısının artması durumunda doğruluğun arttığı her üç dönüşüm yöntemleri sonucunda da gözlenmiştir.
- Tarihi haritalardan modern haritalara dönüşüm için Afin ve Helmert dönüşüm yöntemleri arasında ise, modern haritalara Afin dönüşüm yöntemi Helmert dönüşüm yöntemine göre daha yakın sonuçlar vermiştir.
- Şekilsel benzerliklerinin yanı sıra çevresel ve alansal benzerlik ve büyüklük değeri yönünden de YSA yöntemi günümüz ile daha yakın sonuçlar vermiştir.
- Tarihi haritalardaki gözlenmiş olan konumsal doğruluklar için YSA yönteminin modern haritalar ile olan doğruluğu, Afin ve Helmert dönüşümlerine oranla oldukça yakın sonuçlar vermiştir.

Geçmişten günümüze aktarılan her bir tarihi haritanın kültürel miras olması bakımından oldukça iyi şekilde muhafaza edilip, en iyi şekillerde gelecek kuşaklara aktarılmaları açısından gelişen teknoloji ile sayısal ortama aktarımları gerçekleştirilmelidir. Ayrıca bu tarihi haritaların sayısal ortamlara aktarımlarının yanı sıra, analizlerinin çok iyi yapılması ve alanlarının en iyi bilim insanlarınca yapılmış sayısal uygulamaların yanı sıra çeşitli şekillerde değerlendirilmelerinin yapılması gerekmektedir.

Elde edilenler doğrultusunda, yapılmış olan çalışmada uygulanılan yöntemler ve değerlendirmeler açısından Piri Reis ve Katip Çelebi'nin yapmış oldukları haritalar,

çeşitli tarihi çalışmalar için büyük öneme sahip önemli veri kaynakları arasındadır. Bu çalışma kapsamı itibariyle, farklı kişilerce ve farklı yöntemlerle test alanları ve kaynakları değiştirilerek çeşitli haritalara yer verilebilecek ve de çeşitli yorum ve tartışmalara açık, oldukça çaplı konularda değerli çalışmalar elde edilerek önemli çalışmalarda bulunabilecek nitelikte bir alandır.

6. KAYNAKLAR

Acar, M. A. (1999). Astronomik Gözlem Sonuçları İle Jeodezik Gözlem Sonuçlarının Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Afet İnan, A. (1992). Piri Reis'in Hayatı ve Eserleri, T.T.K.Yayın No:69, Ankara.

Alpagut, H. ve Kurtoğlu, F. (1936). Piri Reis-Kitabı Bahriye, T.T.K.Yayın No:2, İstanbul.

Arbib, M.A. (2003). The Handbook of Brain Theory and Neural Networks. The MIT Press, London.

Aşık, E. (2013). Lokal Jeoid Belirlemede Yapay Sinir Ağları ve Kriging Yöntemlerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

Başçiftçi, F. (2008). Jeodezide Kullanılan Dönüşüm Yöntemlerinin Programlanması, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Bandara, K.R., Samarakoon, L., Shresta, R. P. and Kamiya, Y. (2011). Automated generation of digital terrain model using point clouds of digital surface model in forest area. *Remote Sensing*, **3**: 845-858.

Beale, M.H., Hagan, M.T. and Demuth, H.B. (2010). Neural Network Toolbox 7 User's Guide. The MathWorks Inc., Natick, MA.

Bishop, C.M. (2005). Neural Networks for Pattern Recognition. Oxford University Press, New York, NY.

Charles D. G. and Wolf P. R. (2006). Adjustment Computations: Spatial Data Analysis, Dördüncü Baskı, John Wiley & Sons, Inc.

Cybenko, G. (1989). Approximations by superpositions of sigmoidal functions. *Mathematics of Control, Signals and Systems*, **2**: 303-314.

Çelik, G. (2016). Eski Haritaların Modern Haritalar İle Karşılaştırılması, Mapanalyst, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

DARPA (1988). Neural Network Study, AFCEA International Press, Fairfax, VA.

Dilaver, A. (1997). Jeodezide Temel Koordinat Sistemleri, K.T.Ü Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Trabzon.

Erdem, M.A. (2009). Osmanlı Düzeninde Reform Arayışları ve Katip Çelebi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Esen, Ö., Gündoğdu, İ.B. (2009). Tarihte ve Günümüzde Deniz Haritaları ve Önemi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası12. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 11-15 Mayıs 2009, Ankara.

Fausett, L. (1999). Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms and Applications. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Funahashi, K. (1989). On the approximate realization of continuous mappings by neural networks. *Neural Networks*, **2**: 183-192.

Graupe, D. (2007). Principles of Artifical Neural Networks. World Scientific Publishing, Singapore.

Güllü, M. and Yılmaz, İ. (2010). Outlier detection for geodetic nets using ADALINE learning algorithm. *Scientific Research and Essays*, **5-5**: 440-447.

Güllü, M., Yılmaz, İ., Yılmaz, M. and Turgut, B. (2011a). An alternative method for estimating densification point velocity based on back propagation artificial neural networks. *Studia Geophysica et Geodaetica*, **55**: 73-86.

Güllü, M., Yılmaz, M. and Yılmaz, İ. (2011b). Application of back propagation artificial neural network for modelling local GPS/Levelling geoid undulations: A comparative study. Bridging the Gap between Cultures, FIG Working Week, 18-22 May 2011, Marrakech, Morocco.

Güllü, M., Yılmaz M., Yılmaz, İ. and Turgut B. (2011c). Datum transformation by artificial neural networks for geographic information systems applications. In:Ayvaz M. (Ed.), Proceedings of the International Symposium on Environmental Protection and Planning: Geographic Information Systems and Remote Sensing Applications, İzmir, Turkey, 13-19.

Han, M., Zhu, X. and Yao, W. (2012). Remote sensing image classification based on neural network ensemble algorithm. *Neurocomputing*, **78**: 133-138.

Haykin, S. (1999). Neural Networks: A Comprehensive Foundation. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Hornik, K., Stinchombe, M. and White, H. (1989). Multilayer feedforward networks are universal approximators. *Neural Networks*, **2-5**: 359-366.

İleri, S. (2017). Tematik Harita Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

Junjie, W., Huiying, G. and Junfeng, X. (2010). Application of artificial neural networks and GIS in urban earthquake disaster mitigation. Proceedings of the International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation, 726-729.

Kaftan, İ. (2010). Batı Türkiye Gravite ve Deprem Katalog Verilerinin Yapay Sinir Ağları ile Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Kavzoğlu, T. (2009). Increasing the accuracy of neural network classification using refined training data. *Environmental Modelling and Software*, **24**: 850-858.

Koca, F.Y. (2004). Piri Reis Eserlerinin Coğrafya Eğitimindeki Yeri ve Önemi, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Konakoğlu, B. (2014). Jeodezik Dönüşümlerin İncelenmesi ve Yazılımlarının Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Köktürk, E (2004). Haritacılığın 5000 Yıllık Yürüyüşü (Tarihsel Süreç-Gelişme Dinamikleri), (I. Bölüm: Babillilerden Antik Çağ). *Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, **90:** 32-40.

Köktürk, E. (2004). Haritacılığın 5000 Yıllık Yürüyüşü (Tarihsel Süreç-Gelişme Dinamikleri), (II. Bölüm: Antik Çağdan Günümüze*). Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi*, **91**, 55-64.

Lei, Q., Lei, L. and Zemin W. (2010). An tropospheric delay model for GPS net RTK. Proceedings of the 2nd International Conference on Information Technology and Computer Science, 98-101.

Liddle, D. (1989). Orthometric Height Determination by GPS, Surveying and Mapping, Vol.**49**, No:1, 5-16.

Lippmann, R.P. (1987). An introduction to computing with neural nets. *IEEE ASSP Magazine*, **4**: 4-22.

Liao, D., Wang, Q., Zhou Y., Liao, X. and Huang, C. (2012). Long-term prediction of the Earth orientation parameters by the artificial neural network technique. *Journal of Geodynamics*, (in press), Doi:10.1016/j.jog.2011.12.004.

Mekik, Ç. (2005). Dünyada Jeodezi ve Fotogrametri (Geomatik) Mühendisliği Eğitimi ve Sertifikasyon, Prof. Dr. Ekrem Ulusoy Anısına 50. Yıl Eğitim Sempozyumu, YTÜ, İstanbul, Şubat 2005.

Mikhail, M.E. and Weerawong, K. (1997). Exploitation of Linear Features in Surveying and Photogrammetry, *Journal of Surveying Engineering*, **23**: 32-47.

Neuner, H. (2010). Modelling deformations of a lock by means of artificial neural Networks. In: Reiterer, A., Egly, U., Heinert, M. and Riedel, B. (Eds.), Proceedings of the 2nd International Workshop on Application of Artificial Intelligence in Engineering Geodesy, Braunschweig, Germany, 32-41.

Özağaç, S. (2006). Cumhuriyet Dönemi Türk Haritacılık Tarihi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Türk İnkılap Tarihi Enstitüsü, Ankara.

Öztemel, E. (2006). Yapay Sinir Ağları. Papatya Yayıncılık, İstanbul.

Panchal, G., Ganatra, A., Kosta, Y.P. and Panchal, D. (2011). Behaviour analysis of multilayer perceptrons with multiple hidden neurons and hidden layers. *International Journal of Computer Theory and Engineering*, **3-2**: 332-337.

Patan, K. (2008). Artificial Neural Networks fort he Modelling and Fault Diagnosis of Technical Processes. Springer, London- New York.

Peterson, S. and Flanagan, A.B. (2009). Neural network hedonic pricing models in mass real estate appraisal. *Journal of Real Estate Research*, **31-2**: 147-164.

Subaşı, Y.S. (2014). Nokta Konum Doğruluğunun İki ve Üç Boyutlu Koordinat Dönüşümüne Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Şimşek, E. (2011). Piri Reis, *Deniz Kuvvetleri Dergisi*, Kasım 2011, **612.**

Tanık, A. (2003). Dönüşümler ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Tanrıkulu, M. (2017). Portolan Haritaların Kaynağı, Genel Özellikleri ve Etkileri, *Harita Dergisi*, Ocak 2017, **157.**

Tuğluoğlu, A. Fiziksel Jeodezi Ders Notu, Basılmadı, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Turgut, B. (1991).Ülke Nirengi Ağının Büyük Ölçekli Harita Yapımına Uygunluğu, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.

Turgut, B., İnal, C. (2003). Nokta Konum Duyarlılıklarının İki ve Üç Boyutlu Koordinat Dönüşümüne Etkisi, Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Jeodezik Ağlar Çalıştayı, 24-26 Eylül, Konya.

Üstün, A. (1996). Datum Dönüşümleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yaşayan, A. (1978). Hava Fotogrametrisindeki İki Boyutlu Doğrusal Dönüşümler ve Uygulamaları, K.T.Ü.Yayın No: 102 YBF Yayın: 19, Trabzon.

Yeung, D.S., Cloete, I., Shi, D. and Wing W.Y. (2010). Sensitivity Analysis for Neural Networks. Springer, London-New York.

Yılmaz, M. (2012). Jeodezik Nokta Hız Kestiriminde Yapay Sinir Ağlarının Kullanılabilirliği, Doktora Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

Yılmaz, İ. and Güllü, M. (2010). Georeferencing of historical maps using back propagation artificial neural network. *Experimental Techniques*, (in press), Doi: 10.1111/j.1747-1567.2010.00694.x

Yılmaz, M. ve Güllü, M. (2011). Jeodezik koordinat dönüşümünde yapay sinir ağları uygulaması. 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara.

Yılmaz, M., Güllü, M. (2012). Yapay Sinir Ağları İle Jeodezik Nokta Hız Kestirimi, *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi,* Cilt 4, No:, 42-50.

Zurada, J.M. (1992). Introduction to Artificial Neural Systems. West Publishing Company, St. Paul, MN.

İnternet Kaynakları

1) http://www.uralakbulut.com.tr/wp-content/uploads/2013/02/harita, 29.01.2018
2) http://www.sci-news.com/archaeology/science-catalhoyuk-map-mural-volcanic-eruption-01681.html, 29.01.2018
3) https://earth.google.com/web/data=C1AaThJICiUweDE0ZDBhNzN1ZWM4ZTUxMQ6MHg5NjNhNmMyWFmNTIxYjc5GT1rbdBN1UJAIS8PPjmvaUBAKg3Dh2F0YWxow7Z5w7xrGAIgAQ, 29.01.2018
4) http://www.oktarih.com/2016/11/heredot-dunya-haritasi.html, 03.02.2018
5) https://tr.wikipedia.org/wiki/Pîrî_Reis_Haritası, 03.02.2018
6) https://tr.wikipedia.org/wiki/Portolan_haritasi, 01.02.2018

7) https://www.atlasdergisi.com/kesfet/bilim/piri-reis-ve-haritasi.html, 07.02.2018
8) https://tr.wikipedia.org/wiki/Kâtip_Çelebi, 08.02.2018
9) http://itrf.ensg.ign.fr/, 09.02.2018
10) http://volkanozturk.net/yapay-sinir-aglarinin-mimarisi-ve-yapi-elemanlari/, 02.03.2018

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	: Esmanur KIVRAK
Doğum Yeri ve Tarihi	: Yenimahalle (Ankara) 12/07/1994
Yabancı Dili	: İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta)	: 0(544)2170603 / esmanurankaraafyon@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise	:	Adıyaman Fatih Anadolu Lisesi, (2008-2012)
Lisans	:	Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, (2012-2016)
Yüksek Lisans	:	Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, (2016-2018)